



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL



MARCOS BEZERRA DOS SANTOS

**ANÁLISE QUANTO À ADOÇÃO DE *SOFTWARES* BIM PELAS  
EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NA CIDADE DE  
ARACAJU / SERGIPE**

São Cristóvão – SE  
2018

MARCOS BEZERRA DOS SANTOS

**ANÁLISE QUANTO À ADOÇÃO DE *SOFTWARES* BIM PELAS  
EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NA CIDADE DE  
ARACAJU / SERGIPE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal de Sergipe – UFS, para o  
encerramento do componente curricular e  
conclusão da graduação em Engenharia Civil.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. MSc. Marcelo Augusto Costa Maciel

São Cristóvão - SE  
2018

É concedida à Universidade Federal de Sergipe permissão para reproduzir cópias desta monografia para propósitos acadêmicos e científicos.

BEZERRA, Marcos dos Santos.

Análise quanto à adoção de *softwares* BIM pelas empresas de construção civil na cidade de Aracaju - Sergipe / Marcos Bezerra dos Santos

São Cristóvão, 2018

55 p.: il.

Trabalho Acadêmico Orientado. Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão.

I. Universidade Federal de Sergipe. CDS

II. Título.

MARCOS BEZERRA DOS SANTOS

**ANÁLISE QUANTO À ADOÇÃO DE *SOFTWARES* BIM PELAS  
EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NA CIDADE DE  
ARACAJU / SERGIPE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de Sergipe – UFS, para o encerramento do componente curricular e conclusão da graduação em Engenharia Civil.

Aprovado em 27 de Abril de 2018.

BANCADA EXAMINADORA:

\_\_\_\_\_  
Prof<sup>o</sup>. MSc. Marcelo Augusto Costa Maciel – DEC/UFS  
(Orientador) Nota \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Nilma Fontes de Araújo Andrade – DEC/UFS  
(1<sup>a</sup> Examinadora) Nota \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Marco Antônio Brasiel Sampaio – DEC/UFS  
(2<sup>o</sup> Examinador) Nota \_\_\_\_\_

*Este trabalho e dedicado a minha mãe e a  
minha irmã, que me permitiu sonhar  
e acreditar nesse sonho.*

## **AGRADECIMENTOS**

Após ter concluído o curso de Edificações no Instituto Federal de Sergipe (IFS), finalmente decidi enfrentar o desafio de fazer o curso de Engenharia Civil na Universidade Federal de Sergipe. Para que esta jornada fosse completa, empenhei muita dificuldade financeira no decorrer do curso e só tenho que agradecer a Deus por tudo.

Ao professor Marcelo Maciel pela orientação, disponibilidades, paciência e motivação que foram fundamentais para a realização do presente trabalho. Agradeço também pela indicação do tema que permitiu renovar as esperanças em relação à evolução dos processos construtivos.

À minha noiva, Paula, por todo auxílio e apoio, durante a realização das diversas etapas de elaboração deste trabalho e não deixo de esquecer da paciência, amor e carinho com que ela me incentivou a buscar minha qualificação e crescimento profissional.

À minha mãe (Marinalva) pelo apoio emocional e financeiro, sem os quais não teria as ferramentas e recursos necessários para realizar um curso superior conforme as minhas expectativas.

Agradeço também a toda equipe de professores das disciplinas que cursei, pelos conhecimentos passados nas aulas e pela compreensão de todos.

Agradeço a todos da Prefeitura (UFS), que colaboraram para o desenvolvimento do trabalho e pelo estágio supervisionado no setor DOFIS.

Agradeço as empresas (construtoras ou incorporadoras) na cidade de Aracaju, que colaboraram para o desenvolvimento do trabalho.

Aos meus amigos Rafael Mecnas, Edson Oliveira e Gilmar dos Santos pela força e colaboração durante todo o período da graduação.

Agradeço a Dona Margarida, Fagner, Fábio e Flávio pela força durante todo o período da graduação.

Por fim, a todos meus amigos do curso.

## RESUMO

O BIM (*Building Information Modelling*) ou modelagem da informação da construção vem se desenvolvendo em diversas partes do Brasil e no mundo, inclusive nos setores público e privado. Neste trabalho foi feita revisão bibliográfica sobre Sistema Toyota de Produção e Construção enxuta, definição de projetos, compatibilização de projetos, BIM com suas dificuldades e possibilidades de implantação nos escritórios das empresas de construção civil e o panorama BIM no Brasil e no mundo. O objetivo deste trabalho é investigar se houve a adoção de *softwares* BIM pelos escritórios das empresas construtoras. Também foi avaliada a atuação dos escritórios das empresas construtoras e incorporadoras em Aracaju, através de entrevistas estruturadas e pesquisas documentadas a fim de se entender a extensão do uso do BIM. Com base no entendimento de BIM por parte da empresa, apesar de nenhuma delas ter experiência com o sistema, os entrevistados demonstraram entender que a ferramenta de modelagem seria a substituta à ferramenta atual (CAD). A dificuldade na implantação dos *softwares* por parte das empresas locais é um dos focos em destaque deste trabalho, devido a uma série de aspectos importantes destacados ao longo do texto.

Palavras chave: BIM, *Building Information Modelling* e dificuldade.

## **ABSTRACT**

BIM (Building Information Modelling) or construction information modelling is being developed in various parts of Brazil and the world, including in the public and private sectors. It has been done a bibliographic review on Toyota Production System and Lean Construction, definition of projects, projects compatibilization and BIM with its difficulties and possibilities of implantation in the offices of civil construction companies and panorama BIM in Brazil and in the world. The objective of this work is to investigate if there has been the adoption of BIM software by the offices of the construction companies. It was also evaluated the performance of the construction companies and developers offices in Aracaju, through structured interviews and documented research in order to understand the extent of the use of BIM. Based on BIM's understanding of the company, although none of them have experience with the system, the interviewees demonstrated that the modeling tool would be the substitute for the current tool (CAD). The difficulty in the implementing of the softwares by the local companies is one of the highlights in this work, due to a series of important aspects highlighted in the text.

Keywords: BIM, Building Information Modelling and difficulty.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Capacidade de influenciar o custo final de um empreendimento de edifício ao longo de suas fases.....	17
Figura 2- Esquema de um modelo integrado BIM.....	26
Figura 3- Fluxograma BIM.....	26
Figura 4- BIM (ciclo de vida).....	27
Figura 5- Para os construtores, existem 7(sete) benefícios.....	28
Figura 6- Ganhos que o BIM pode agregar ao negócio da construção.....	29
Figura 7- Algumas fontes de riscos e como o BIM soluciona.....	29
Figura 8- A porcentagem de projetos que incluem o BIM nos países.....	31
Figura 9- Reino Unido, Cingapura e Chile tiveram o BIM definido como política estratégica.....	31
Figura 10 - Área de Atuação das Construtoras.....	37
Figura 11- Estrutura dos escritórios das empresas construtoras.....	38
Figura 12 - A média de tempo dos projetos desenvolvidos pelas construtoras (meses).....	38
Figura 13- Tipos de projetos desenvolvidos e contratados pelas empresas.....	39
Figura 14- Porque a sua empresa optou por não utilizar o BIM?.....	40
Figura 15- O gráfico mostra se há previsão nas empresas para implantação do BIM.....	41
Figura 16- A empresa tenha desenvolvido alguma ação relacionada ao BIM.....	41
Figura 17- Responsável pelos serviços de compatibilidade de projeto na empresa.....	42
Figura 18- Necessidade de ajuste nos projetos nos escritórios das empresas.....	43
Figura 19- As dificuldades na implantação sobre o BIM na cidade de Aracaju/SE.....	44
Figura 20- Os responsáveis no processo de compatibilização de projetos referente a 2014 e 2018.....	44

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1- As setes perdas no escritório de projeto.....	16
Quadro 2- <i>Check list</i> de compatibilização de projetos.....	20
Quadro 3- Definições de BIM.....	23
Quadro 4- Níveis de adoção do BIM versus dimensões versus característica de cada estágio de adoção.....	25
Quadro 5- Barreiras de implementação de BIM.....	30
Quadro 6- Os indicadores dos componentes da política do BIM no contexto.....	33
Quadro 7- Proposta de métodos para a consolidação do BIM no Brasil.....	33

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....</b>	<b>9</b>
<b>LISTA DE QUADROS.....</b>	<b>10</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
1.1 Justificativa.....	13
1.2 Objetivo geral.....	13
1.3 Objetivos específicos.....	14
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>15</b>
2.1 O Sistema Toyota de Produção e a Construção Enxuta.....	15
2.2 Projetos.....	16
2.2.1 Compatibilização de projetos.....	18
2.3 BIM.....	22
2.3.1 BIM: Possibilidades e Dificuldades.....	27
2.4 Panorama BIM no Brasil e no Mundo.....	30
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>35</b>
3.1 Descrição de pesquisa.....	35
3.2 Ferramentas de pesquisa.....	35
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>37</b>
4.1 Empresas de construção civil.....	37
4.2 Comparação dos Resultados.....	43
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>45</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>47</b>
Apêndice A- Questionário sobre a utilização do BIM nas empresas de construção civil em Aracaju / Sergipe.....	52

## 1. INTRODUÇÃO

A construção civil vem passando, nas últimas décadas, por um importante e complexo processo de transformação a partir do lançamento de novos *softwares*, com metodologias modernas de elaboração de projetos, bem como novas técnicas construtivas mais ágeis e eficientes, que buscam minimizar e reutilizar os resíduos da construção civil e, cada vez mais, atendem às condições de segurança do trabalho (FORGIARINI, 2015).

Segundo (OLIVEIRA, 2015), é importante também citar que, no Brasil, os profissionais que trabalham nas empresas de pequeno porte possuem maiores dificuldades para a entrega dos projetos. Isto acontece, de modo geral, porque estes profissionais desenvolvem os projetos sem a utilização de compatibilização das disciplinas do projeto, gerando assim várias falhas, tais como: má qualidade da edificação, maior índice de retrabalhos e acréscimo no custo da obra.

O trabalho conjunto de projetistas, executores da obra, proprietário do empreendimento e demais pessoas envolvidas na edificação é importante para reduzir ou minimizar as falhas ocorridas nos projetos e nas obras, principalmente, nas obras públicas (OLIVEIRA, 2015).

A utilização do *Last Planner System*<sup>TM</sup>, sistema de controle da produção desenvolvido pelo Instituto da Construção Enxuta ou *Lean Construction Institute* (LCI), é outro sistema de planejamento que vem a somar no desafio de se reduzirem as falhas quando da implantação de um empreendimento (MACIEL, 2014).

A evolução tecnológica, em especial no que se refere ao desenvolvimento de *hardwares* e *softwares*, tem contribuído para o avanço na área de projetos e construção de empreendimentos de todos os portes (MACIEL, 2014).

A compatibilização passa a ser uma ferramenta importante no processo de desenvolvimento dos projetos, pois ela possibilita ao profissional detectar e eliminar os problemas ainda na fase de concepção, reduzindo os retrabalhos, custo da construção e prazos de execução (ÁVILA, 2011).

Para (FRANCO; AGOPYAN, 1993), é durante a elaboração do projeto que são tomadas as decisões que trazem maior repercussão nos custos, velocidade e qualidade dos empreendimentos.

Segundo MACIEL (2014), os *softwares* BIM podem agregar um grande número de informações em um único banco de dados paramétrico, no qual vários profissionais trabalham

simultaneamente em um mesmo arquivo, do qual são geradas as diversas plantas e planilhas que compõem o empreendimento. Esses *softwares* contribuem muito para minimizar os conflitos entre os diversos projetos, evitando assim que informações conflitantes atrapalhem seu desenvolvimento através da sua atualização.

Conforme (PAIVA, 2016), o BIM já é uma realidade nos mercados de construção desenvolvidos, e possui inúmeros exemplos de sucesso. Através da implementação dessa nova tecnologia é possível atingir melhores resultados através de um processo mais colaborativo. Dentre as principais vantagens decorrentes da sua implantação, estão a redução de custos, prazos, erros em documentação e reclamações, além da melhoria da qualidade do produto final.

(DELATORRE; SANTOS, 2014), descrevem o cenário do mercado de construção civil, nos últimos anos, com o uso do termo BIM. Observa-se que o processo BIM deixou de ser um modismo, com poucos pioneiros, para ser a peça central da tecnologia do mercado de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), abordando aspectos de projeto, construção e operação.

### **1.1 Justificativa**

No meio da construção civil, é crescente o índice de retrabalho devido à carência de profissionais especializados em compatibilização de projetos e à negligência na execução do projeto no canteiro de obra. Portanto, a engenharia civil perde qualidade de produção gerando custos excessivos e desnecessários na construção.

Com base do conhecimento das vantagens da compatibilização, os profissionais especializados nas diversas disciplinas da construção civil, incluindo a elaboração de projetos, impõem o uso de *softwares* (BIM) mais atualizados que podem facilitar o processo construtivo. O interesse do trabalho está em investigar o uso do BIM pelas empresas construtoras de Aracaju.

### **1.2 Objetivo geral**

Investigar quanto à adoção de *softwares* BIM pelas empresas de construção civil na cidade de Aracaju/SE.

### 1.3 Objetivos específicos

Este trabalho tem como objetivos específicos:

- Realizar uma abordagem geral do uso do BIM e caracterizar as possibilidades e dificuldades em sua adoção;
- Revisar o conceito sobre BIM no processo de projetos;
- Pesquisar a adoção do uso do BIM nas empresas (construtoras e incorporadoras);
- Relacionar a compatibilização de projetos com a metodologia BIM;
- Revisar conceitos dos *softwares* baseados no uso da metodologia BIM;
- Revisar as ações governamentais a respeito do BIM no Brasil.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 O Sistema Toyota de Produção e a Construção Enxuta

O Sistema Toyota de Produção que também é conhecido como Produção Enxuta ou *Lean Manufacturing* surgiu no Japão, após a Segunda Guerra Mundial, creditado primeiramente à *Toyota Motor Company*, que buscava um sistema de administração para coordenar a produção de acordo com a demanda específica e modelo (CORRÊA *et al.*, 2012).

O objetivo do *Just in Time* é identificar, localizar e eliminar as perdas garantindo o fluxo da produção, dependendo de três fatores: fluxo contínuo, *takt time* e produção puxada. A necessidade de redução do *lead time* da produção leva a agregar o fluxo contínuo, ou seja, converter as linhas tradicionais de fabricação. Organizando o *layout*, conduz-se o sistema de produção para uma produção puxada, ou seja, livre de perdas por estoques, por espera e redução do *lead time* (RICCI, 2013).

Conforme Ohno (1997), a essência do Sistema Toyota de Produção consiste em conceber um sistema de produção que seja capaz de produzir competitivamente um uma série restrita de produtos diferenciados e variados.

Segundo Shingo (1996), para melhoria da eficiência e da produtividade é preciso que o processo não gere perdas e que a utilização da força de trabalho seja maximizada. OHNO (1997) afirma que o Sistema Toyota de Produção é baseado na completa eliminação do desperdício, com a finalidade de aumentar a eficiência da produção.

O conceito de perdas na construção civil é com frequência associado unicamente aos desperdícios de materiais. No entanto, as perdas estendem-se além deste conceito e devem ser entendidas como qualquer ineficiência que se reflita no uso de equipamentos, materiais, mão de obra e capital em quantidades superiores às necessárias à produção da edificação. Neste caso, as perdas englobam tanto a ocorrência de desperdícios de materiais, quanto à execução de tarefas desnecessárias que geram custos adicionais e não agregam valor (FORMOSO *et al.* 1997).

O trabalho de Seraphim *et al.* (2010) apresenta uma adaptação dos tipos de perdas descritas na engenharia de produção e que são adotados pela construção enxuta, para promover melhorias nos processos conforme o Quadro 1.

Quadro 1 - As sete perdas no escritório de projeto

<b>Tipo de Perda</b>	<b>Escritório</b>
Processamento sem valor	Uso incorreto de procedimentos ou sistemas inadequados, ao invés de abordagens simples e eficazes.
Superprodução	Geração de mais informação, em meio eletrônico ou papéis, além do que se faz necessário, ou antes, do correto momento.
(Estoque)	Alto volume de informação armazenado ( <i>buffer</i> sobrecarregado).
Defeito (fabricação de produtos defeituosos)	Erros frequentes de documentação, problemas na qualidade dos serviços ou baixa performance de entrega.
Transporte	Utilização excessiva de sistemas computacionais nas comunicações.
Movimentação	Movimentação excessiva de pessoas e informações.
Espera	Períodos de inatividade das pessoas e informações (aprovação de assinatura, aguardar fotocópias, esperar ao telefone).

Fonte: Seraphim *et al.* (2010)

## 2.2 Projetos

Projeto envolve todas as decisões e formulações que visam subsidiar a criação e a produção de um empreendimento, conforme (FABRÍCIO, 2002), indo da montagem da operação imobiliária, passando pela formulação do programa de necessidades e do projeto do produto até o desenvolvimento da produção.

Segundo FORGIARINI (2015), projeto pode ser definido como uma ação prévia de um empreendimento, pesquisa ou desenho de modo sistemático e planejado para alcançar um objetivo.

Conforme (RODRIGUES, 1992 *apud* ALGAYER, 2014), projetos passam por processo de etapas de idealização, simulação e implantação, com o objetivo de trazer as ideias para a realidade. Na Engenharia Civil, (NASCIMENTO; SANTOS, 2001) o projeto representa um conjunto de informações (desenhos, especificações, etc.) que instruem a implantação de um empreendimento.

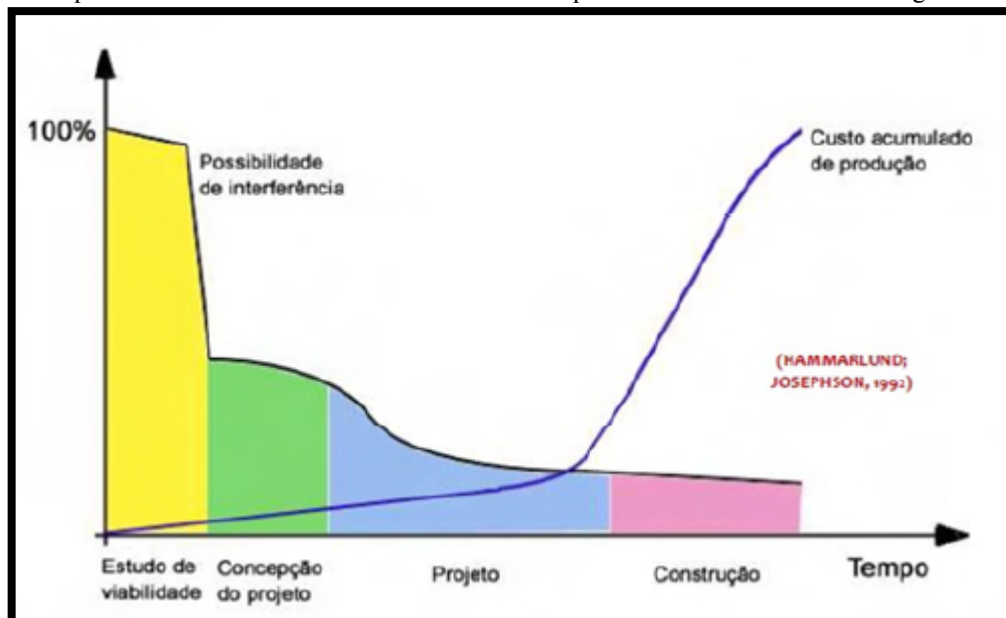
Segundo ALMEIDA (2013), os projetos elaborados pelos projetistas das disciplinas de arquitetura e de engenharias são reduzidos em relação à colaboração entre estes profissionais. Muitas vezes, quando o projetista efetua uma modificação do seu projeto,



ocorre um problema entre os demais profissionais, devido à necessidade de retrabalhos e revisões cuidadosas dos seus projetos e muitos deles até abandonam os projetos (SILVA FILHO, 2010).

Em todas as etapas, existem custos associados e graus de interferência no andamento do serviço. Nas etapas iniciais, quando estão sendo definidos os parâmetros da edificação, o programa de necessidades e o projeto arquitetônico, a implicação das alterações no custo final do empreendimento é significativamente menor do que durante o andamento da construção, ou até no uso do mesmo, Figura 1 (FABRICIO, 2002).

Figura 1- Capacidade de influenciar o custo final de um empreendimento de edifício ao longo de suas fases



Fonte: HAMMARLUND; JOSEPHSON, 1992.

Uma das grandes dificuldades na indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) é a segregação existente entre as etapas de projeto e produção, gerando incompatibilidades entre o projeto e o sistema de produção da construtora (MACIEL, 2014).

Visando à melhoria dessa etapa do sistema construtivo e à minimização de erros na execução de empreendimentos, além de revisar conceitos, o presente trabalho buscará enfatizar os benefícios relacionados ao uso da ferramenta BIM na compatibilização de projetos (FORGIARINI, 2015).

Portanto, a fase de projeto desempenha um papel muito relevante na construção civil, uma vez que possibilita o mapeamento das probabilidades de execução, bem como o aprimoramento de métodos executivos e a detecção de problemas, falhas, patologias,

permitindo a redução de desperdícios e maximizando os ganhos financeiros (SOUSA JÚNIOR; MAIA; CORREIO, 2014).

Souza (2009) afirma que os projetos de produto e produção devem ser realizados de forma simultânea, permitindo agregar ao projeto de produto a questão da construtibilidade, levando em conta aspectos relativos aos sistemas de produção empregados e à execução dos elementos propostos.

Para Romano (2003), o processo de elaboração de projetos está relacionado com a qualidade dos projetos, como o estudo do perfil do cliente e suas necessidades, a coordenação, o tempo de realização, a comunicação entre os profissionais envolvidos e o planejamento.

Segundo Santos (2003), a colaboração é importante para o sucesso das empresas, seja na troca de informações ou na atribuição para a melhoria da qualidade. Ainda, Santos (2003, p. 138) ressalta que os integrantes de uma empresa devem trabalhar em conjunto e esclarece que “a empresa deve proporcionar oportunidades em todos os lugares e em todo o tempo para a aplicação das novas técnicas aos problemas operacionais”.

### 2.2.1 Compatibilização de projetos

Sousa Jr *et al.* (2014, p. 3238) afirmam que “compatibilização de projetos é a atividade que torna os projetos compatíveis, estabelecendo soluções integradas entre as diversas áreas que tornam um empreendimento factível”.

No contexto literário existem várias definições para compatibilização de projetos, conforme (PERALTA, 2002, p. 53) descreve:

A compatibilização de projeto tem como objetivo a redução das incompatibilidades entre os projetos (arquitetônico, estrutural, instalação, etc.) resultantes da falta de coordenação de projeto. A tarefa de compatibilização deve ser desenvolvida em diferentes momentos da elaboração de projetos, sempre que ocorrerem interferências nas interfaces entre os projetos do produto. Por fim, o autor considera que esta é uma atividade intrínseca ao projeto. A responsabilidade pelo seu desenvolvimento compete a cada projetista envolvido, ou seja, é tarefa da coordenação, porém, não exclui a responsabilidade dos projetistas envolvidos.

Para (ALMEIDA, 2013), compatibilização de projeto é elemento de alta importância para o empreendimento, para que este seja efetuado com qualidade, desempenho e profissionais especializados.

Conforme (ÁVILA, 2011), a compatibilização no processo de desenvolvimento dos projetos, para detectar e eliminar problemas que surgem na fase de concepção é muito importante. É uma ferramenta para reduzir retrabalhos e custo de construção, além da redução dos prazos de execução e, por fim, qualificar o empreendimento e aumentar sua competitividade frente ao mercado.

Compatibilizar projetos é verificar se os componentes dos sistemas ocupam espaços conflitantes entre si e, assim, garantir que os dados compartilhados tenham conexão e sejam seguros até o término do projeto (GRAZIANO, 2003). De acordo com (NOVAES, 1998) é necessária a participação dos diversos projetistas envolvidos nas etapas de planejamento e execução do empreendimento, o que resultará em maior entendimento das etapas construtivas, permitindo, assim, a elaboração de projetos com o menor número de incertezas e com a maior proximidade da realidade produtiva.

Rodriguez (2005) afirma que a falta de compatibilização pode contribuir para a elevação de custos devido ao desperdício com:

- Super dimensionamento ou sub-dimensionamento dos sistemas;
- Atrasos e retrabalhos devido a interferências entre os projetos, ou por falta ou incorreção de informações;
- Desperdícios de recursos materiais e de mão de obra para a operação e a manutenção.

Segundo Pereira (2013), a compatibilização de projeto utilizando a tecnologia BIM, tem o intuito de obter informação do processo de modelagem para melhoria da edificação.

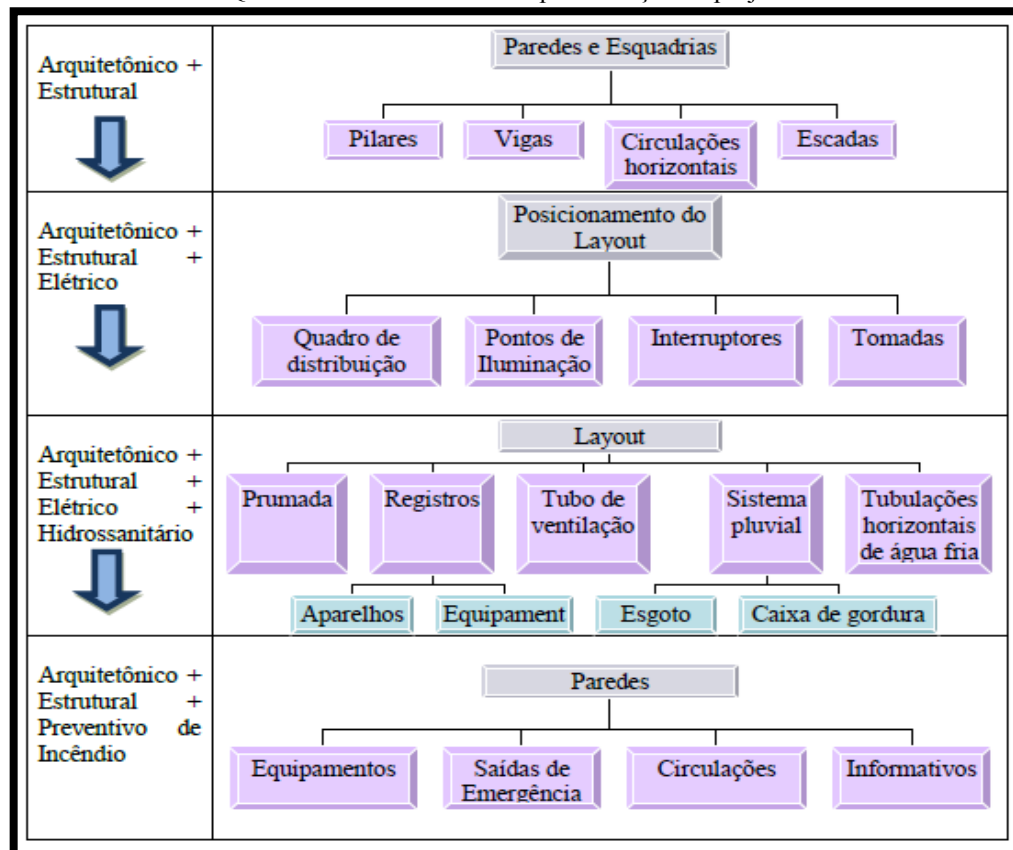
Souza *et al.* (2009) destaca que ainda se encontra muito restrito o uso do BIM nos escritórios de arquitetura, que poderia facilitar a compatibilização dos projetos. Os autores afirmam que precisa ocorrer mais participação de todos profissionais envolvidos no processo, para que possam obter maiores vantagens com a tecnologia BIM, principalmente, a “compatibilização”.

Conforme Mikaldo Jr (2006), para facilitar a modelagem e a compatibilização de projetos, nos dias atuais, muitas empresas estão desenvolvendo sistemas (*softwares*) voltados para as atividades de projetos de engenharia de construção nas áreas de estruturas, instalações elétricas, hidrossanitárias e correlatas, para compatibilização de projetos que usam modelagem tridimensional.

Forgiarini (2015) exemplifica como uma determinada empresa faz sua compatibilização de projetos. Cada combinação (ex.: arquitetônico versus estrutural) tem

alguns itens específicos a serem verificados que geralmente são os que mais revelam problemas de inconsistência. Então, o gerenciador de projetos se baseia no manual para facilitar o processo de sobreposição de desenhos e, portanto, a visualização das incompatibilidades como mostra o Quadro 2.

Quadro 2 - *Check list* de compatibilização de projetos



Fonte: GIACOMELLI (2014)

Alguns *softwares* tridimensionais atuam conforme o modelo BIM e cada *software* desenvolvido pelas empresas tem características exclusivas (CADESIGN, 2006 *apud* MIKALDO Jr., 2006; RONZANI, 2009; USUDA, 2003) resumindo alguns destes *softwares*, segundo estes autores.

Na área de estruturas são:

- **ALTO QI® – EBERICK V5 GOLD®** – Este se destina a projetos de estruturas em concreto armado, englobando a análise da estrutura, o dimensionamento e o detalhamento dos elementos em relação à norma NBR 6118 (ABNT, 2003);
- **CYPECAD 2017** – A finalidade dele é calcular as estruturas de concreto e estruturas mistas, lançando automaticamente os dados da estrutura e

reconhecendo os pilares, as vigas e a geometria dos pisos desenhados na planta baixa (arquivos DWG do CAD), bem como criar automaticamente a estrutura;

- **CAD/TQS®** – Ele é o *software* em que todas suas funções são adaptadas na norma NBR 6118 (ABNT, 2003), pois é um sistema integrado para o projeto de estruturas tridimensionais de concreto armado, protendido e alvenaria estrutural. Inclui o cálculo especial de solicitações, deslocamentos, estabilidade, dimensionamento, detalhamento e desenho dos elementos de vigas, lajes, pilares (formato qualquer), sapatas, blocos, vigas e lajes inclinadas e escadas;
- **AUTODESK® – REVIT STRUCTURE®** – Este é voltado para engenharia estrutural, desenho e documentação. Foi gerado a partir do *Revit Building* usado na área de arquitetura. Ele oferece modelação física e analítica concomitantes para a análise, coordenação, documentação e *link* bidirecional.

Na área de instalações elétricas e projetos são:

- **MULTIPLUS® – PRO-ELÉTRICA®** – aplicativo AutoCAD para projetos de elétrica. Gera automaticamente fiação, tubulação e componentes do projeto todo ou parte dele em 3D. O usuário lança no computador o projeto virtual, com fiação, componentes e eletrodutos para o edifício todo;
- **CADPROJ ELÉTRICA®** – Aplicativo AutoCAD para projetos elétricos residenciais, comerciais, de telefonia, TV, interfone, som, alarme e lógica. A série Cadproj S8 oferece automação plena dos projetos de instalações elétricas com estudo econômico. Possui a exclusiva fiação automática inteligente com auto diagnóstico do esquema elétrico e gera lista de materiais automaticamente;
- **LUMINE V4®** – permite o lançamento da tubulação e da fiação do projeto elétrico como um todo em vários pavimentos. Possui um ambiente CAD integrado, em que objetos inteligentes representam caixas e eletrodutos. Define graficamente circuitos e comandos que relacionam os pontos e efetua a fiação de forma semiautomática e o dimensionamento dos circuitos elétricos.

Na área de instalações hidráulicas e projetos são:

- **MULTIPLUS® – pró-hidráulica** – aplicativo AutoCAD para projetos de instalações hidráulicas: água fria, água quente, esgoto, água pluvial, incêndio, gás natural e GLP. O usuário lança um projeto virtual no computador com tubulação, conexões e conjunto para todo o edifício. As conexões são consideradas objetos virtuais, permitindo simular o funcionamento da instalação como se ela transportasse água, esgoto, etc., nas tubulações;
- **CADPROJ INCÊNDIO®** – Aplicativo AutoCAD para projetos de combate a incêndio em sistemas prediais e galpões industriais. Automatiza o cálculo e a verificação das vazões, pressões e velocidades normatizados. Faz equilíbrio dos

pontos automaticamente, informa o alcance do jato d'água máximo, dimensiona a bomba e verifica a dimensão do golpe de Ariete;

- **ALTO QI® – HYDROS V4®** – Destina-se a projetos de instalações hidráulicas e sanitárias e de combate a incêndio. Permite lançar a tubulação do projeto como um todo em vários pavimentos. Possui um ambiente de CAD integrado e, com base na conectividade entre os elementos, identifica o fluxo, obtém dados de cálculo em cada trecho e sugere as peças mais adequadas para cada conexão. Permite o lançamento de detalhes isométricos e sanitários e calcula vazões e perdas de carga em cada trecho da tubulação.

## 2.3 BIM

O BIM surgiu na década de 70. Essa nova tecnologia foi definida como “*Building Information Modelling* – BIM”. Conhecido como Modelagem da Informação da Construção ou Modelo Paramétrico da Construção Virtual, além de ser um modelo de visualização do espaço projetado, é um modelo digital que contém um banco de dados que agrega informações para diversas finalidades, tais como aumento da produtividade e racionalização do processo (CRESPO; RUSCHEL, 2007).

O BIM já é uma realidade em mercados de construção desenvolvidos, e possui inúmeros exemplos de sucesso. Através da nova tecnologia é possível atingir melhores resultados através de um processo mais colaborativo. Dentre as principais vantagens decorrentes da sua implantação, estão a redução de custos, prazos, erros em documentação e reclamações, além da melhoria da qualidade do produto final, conforme Paiva (2016).

Segundo Paiva (2016), a utilização de *softwares* em plataforma BIM para compatibilização de projetos se mostra como uma opção de solução para os problemas da representação em **2D**, mas a sua implementação apresenta diversas barreiras e possui diversas definições na literatura, como mostrado no Quadro 3.

Quadro 3 - Definições de BIM

Fonte	Definição
EASTMAN, 2014	BIM é usado como verbo ou adjetivo para descrever ferramentas, processos e tecnologias que são facilitadas pela documentação digital e legível pelo computador de uma edificação, seu desempenho, seu planejamento, sua construção e, posteriormente, sua operação.
SUCCAR, 2009	BIM é uma série de tecnologias, processos e políticas que possibilitam que os diversos envolvidos no processo projetem, construam e utilizem um empreendimento de forma colaborativa.
United States (NBIMS), 2015	BIM é uma representação digital das características físicas e funcionais de uma construção. BIM é um conjunto de informações do empreendimento desde a concepção inicial até a demolição, com colaboração integrada das diversas partes do projeto (construtor, arquitetos, engenheiros, proprietário, etc.).
ERNSTROM, 2006	BIM é o desenvolvimento e uso de um modelo de programa de computador para simular a construção e operação de um empreendimento. BIM usa um conceito inteligente e paramétrico de uma representação digital de uma construção onde podemos gerar informação que possa ser utilizada para tomar decisões e melhorar o processo de construção.

Fonte: PAIVA (2016)

De acordo com Ayres Filho (2009), utilizando-se os *softwares* BIM, os projetistas podem informar em um único modelo as características físicas da construção, tais como divisões dos espaços, alturas, pavimentos, elementos construtivos, como janelas portas, telhados; além de associarem informações relativas aos materiais que serão utilizados na composição de lajes, paredes, vigas, revestimentos, instalações e todas as disciplinas que são envolvidas na construção de um edifício.

Mattos (2014) faz referência à evolução da modelagem BIM, que tem inovado os campos da engenharia e arquitetura, permitindo uma visão mais clara e objetiva de desenhos e projetos.

Segundo (CRESPO; RUSCHEL, 2007), o BIM representa um novo caminho para a representação virtual de edificações, onde objetos reais são codificados para descrever e representar componentes do real ciclo de vida da construção.

Por fim, segundo Calvert (2013), define dimensões como camada de informação que o BIM possui. Ainda, o autor cita algumas destas dimensões do BIM (MASOTTI, 2014):

- **2D** – são todos elementos representados no plano, ou seja, representação gráfica dos projetos;
- **3D** – é modelagem própria dos elementos com representação espacial, onde é possível visualizar estes objetos dinamicamente, ou seja, a modelagem **3D**

possibilita visualizar a perspectiva do empreendimento na fabricação de peças e simulações de iluminação.

- **4D** – é a modelagem associada com o planejamento do tempo, que é adicionado ao modelo, que atribui e define quando será realizada a compra de cada elemento, seu armazenamento, preparação, instalação e utilização. Além destes fatores, o planejamento tem como objetivo organizar a logística do canteiro de obras, a manutenção, os equipamentos utilizados, e, por fim, a movimentação das equipes;
- **5D** – é a modelagem associada ao custo do orçamento do empreendimento, determinando os custos de cada etapa da obra por exemplo na fase do projeto;
- **6D** – o objetivo desta dimensão é adicionar a sustentabilidade ao modelo qual a parcela da qualidade da energia utilizada na construção, ou seja, “a energia a ser consumida no seu ciclo de vida e seu custo, em paralelo à 5ª dimensão”. Assim, pode-se afirmar que a energia está diretamente associada ao impacto físico do projeto dentro do sistema que está inserido;
- **7D** – esta dimensão envolve adição de operação ao modelo. O usuário tem informações do funcionamento do empreendimento, com suas particularidades e, por fim, quando ocorrem falhas ou defeitos no produto, o usuário já tem noção de quais procedimentos de manutenção devem ser tomados nesses casos.

Os autores (KAMARDEEN, 2010; MASOTTI, 2014) ressaltam a existência de outras dimensões, principalmente, no processo da tecnologia BIM como a **8D** que adiciona ao modelo a segurança e prevenção de acidentes.

Em Pereira (2013), pode ser encontrado um quadro comparativo das dimensões tecnológica, gerencial e cultural envolvidas nos três diferentes estágios para adoção do BIM, listados em Tobin (2008) e adaptado por Pereira (2013), conforme ilustrado no Quadro 4.



Quadro 4 - Níveis de adoção do BIM versus dimensões versus características de cada estágio de adoção

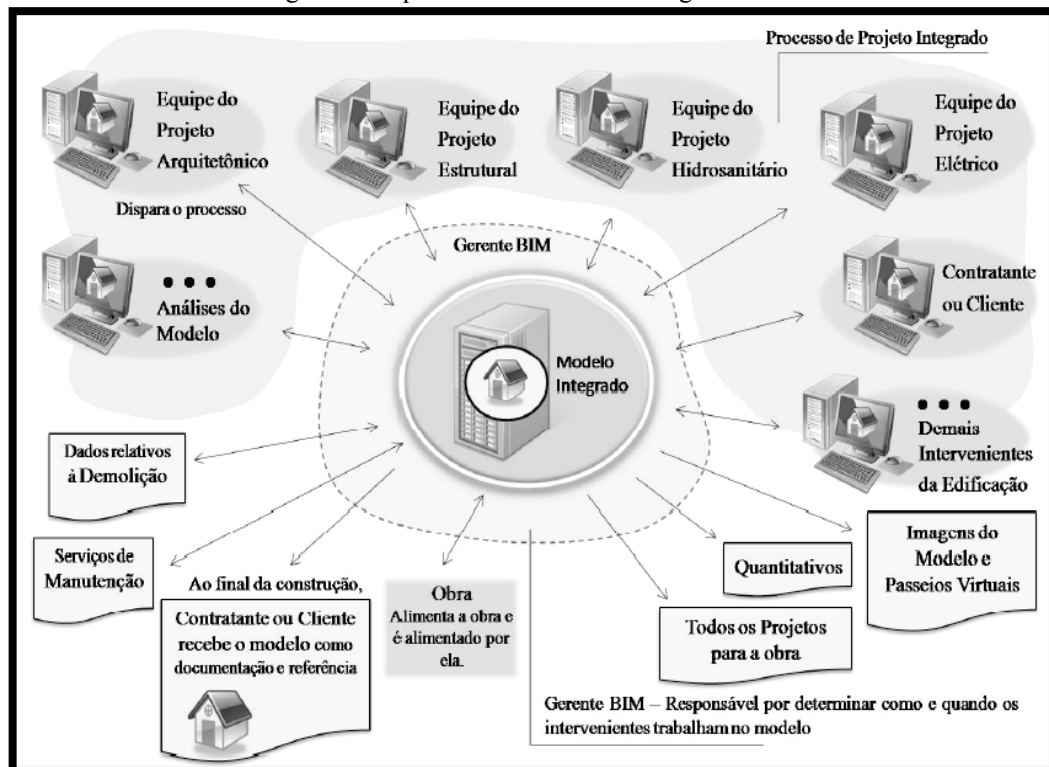
Nível de adoção do BIM	Dimensões		
	Tecnológica	Gerencial	Cultural
<b>BIM 1.0</b>	Utiliza ferramenta CAD/BIM no desenvolvimento de Projetos arquitetônicos.	Processo individualizado de modelagem, sem o envolvimento e a colaboração de profissionais de outras áreas	Substituição dos editores de desenho por modeladores geométricos parametrizados; Necessidade de vencer a resistência às mudanças.
<b>BIM 2.0</b>	Utiliza uma plataforma BIM para modelagem da edificação com as disciplinas que a compõe. Maior facilidade de troca de dados, sem perda de informação.	Processo colaborativo que envolve outras disciplinas como: instalações, estrutura etc.; Associação de informações, como: tempo (4D), custos (5D) e análise de eficiência energética etc.	Alteração dos métodos de trabalho e da forma de pensar o projeto.
<b>BIM 3.0</b>	Acontece a modelagem em um ambiente BIM, com mais de uma plataforma, utilizando protocolos abertos, como o IFC para realizar a troca de informações.	Processo colaborativo que envolve todo o ciclo de vida da edificação.	Uso de entrega de projeto (IPD), com equipes integradas, utilizando um ambiente BIM para gerenciar o processo de projeto, construção e uso da edificação.

Fonte: PEREIRA (2013) adaptado pelo Autor.

O BIM impacta diretamente a obra e as fases de projeto. Enquanto na plataforma CAD observa-se que o anteprojeto é feito rapidamente e o projeto executivo e obra são extensos, quando se usa o BIM, nota-se um prolongamento da fase de anteprojeto, já que a maioria das decisões é realizada nesta fase (ARIANA, 2013).

A Figura 2 mostra todo o esquema de um modelo integrado BIM.

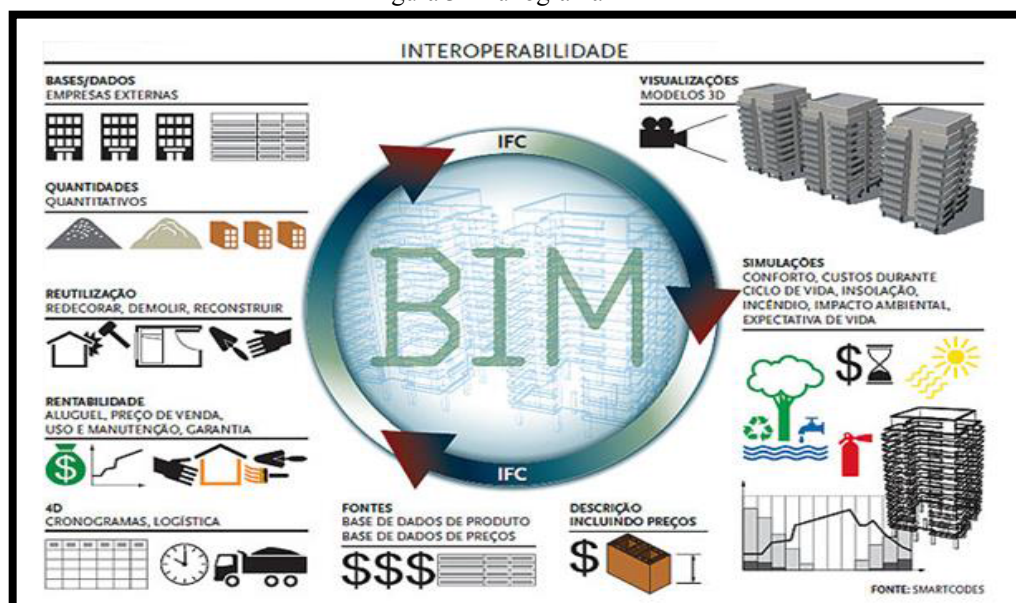
Figura 2- Esquema de um modelo integrado BIM



Fonte: Hippert (2009)

Na representação do funcionamento da plataforma BIM, a interoperabilidade é vista como uma função que integra todas as disciplinas, sendo possível além da construção virtual do objeto arquitetônico, quantificar, planejar, coordenar e recuperar informações em qualquer fase do empreendimento. Como mostra na Figura 3.

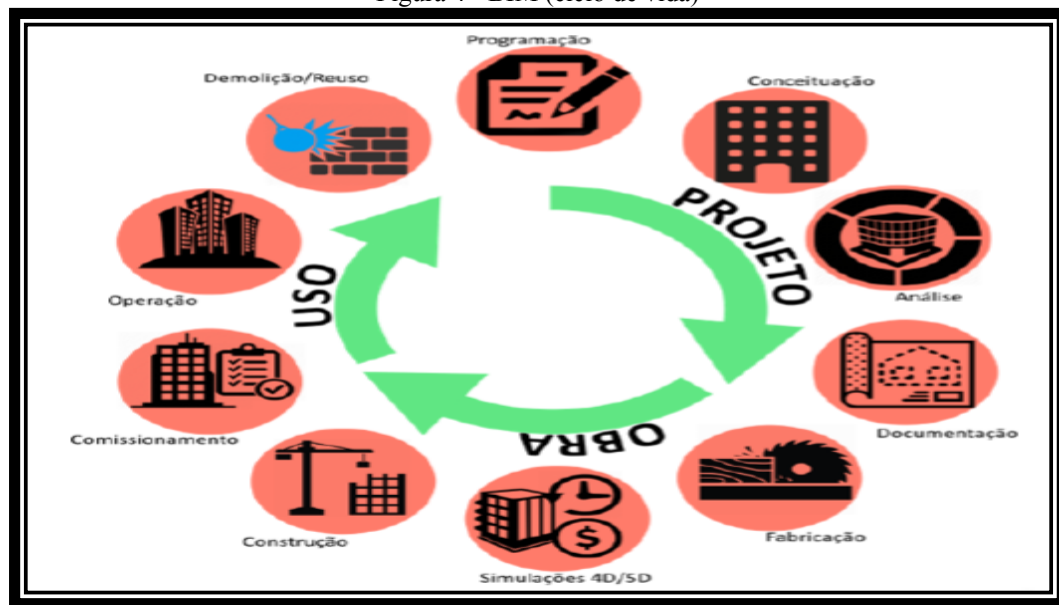
Figura 3- Fluxograma BIM



Fonte: ROSSO (2011)

BIM é uma representação digital das características físicas e funcionais de uma instalação. Constitui um modelo de informações consistentes sobre a construção/obra, podendo ser compartilhado para decisões durante todo o seu ciclo de vida. Conforme a ilustração na Figura 4.

Figura 4 - BIM (ciclo de vida)



Fonte: Guias BIM ABDI-MDIC/GDP (2017)

### 2.3.1 BIM: Possibilidades e Dificuldades

Para Araújo (2010), em termos de possibilidades o BIM destaca-se por parametrizar as informações, possibilitando a criação do modelo virtual com características idênticas ao modelo real, que permite a alteração da representação de maneira fácil e rápida.

Segundo Crotty (2012) *apud* Masotti (2014, p. 16), o BIM traz vantagens para a empresa, como: produtividade, segurança, sustentabilidade, previsibilidade e lucratividade.

Segundo Pereira (2013), no modelo BIM, os componentes são modelados com informações geométricas e seus atributos, que permitem melhorar a execução e a manutenção do edifício. O modelo ainda pode ser alimentado com as composições de custos e com os valores para cada serviço associado.

Para Checcucci *et al.* (2014), a utilização do BIM no processo da integração entre as fases, contribui e favorece o gerenciamento das atividades, pois ele possibilita a redução de custos, qualidade e tempo, além de diminuir os conflitos entre as disciplinas e favorecer a

comunicação entre os diversos agentes envolvidos com a edificação durante o seu ciclo de vida (MANZIONE, 2013).

Conforme (NASCIMENTO; SANTOS, 2002), muitas das dificuldades de não utilizar a tecnologia BIM ou tecnologia de informação nas empresas da construção civil como alternativa de longo prazo é a falta da adoção desta tecnologia nas grades curriculares das universidades.

No aspecto de colaboração e implantação do BIM nas empresas, muitas das dificuldades encontradas são por causa da pouca experiência dos profissionais em relação à tecnologia BIM e a conexão, como estes profissionais se relacionam e produzem seus trabalhos com a tecnologia da informação no processo de modelagem e também a dificuldade na integração de pesquisa da tecnologia no mercado (MANZIONE, 2013).

Conforme Checcucci *et al.* (2013), na sua pesquisa em relação à dificuldade em se trabalhar com BIM no Brasil, os maiores problemas são: a falta de integração com a equipe de parceiros, a necessidade de treinamento da equipe, o custo e o tempo para implantação da tecnologia na empresa, a complexidade da tecnologia, além de pouca experiência e dificuldade de aprender.

Obras que utilizam o conceito BIM possuem uma redução de 22% no custo de construção, 33% no tempo de projeto e execução, 33% nos erros em documentos, 38% de reclamações após a entrega da obra ao cliente e 44% nas atividades de retrabalho (MCGRAW-HILL CONSTRUCTION, 2012). Para as construtoras, a plataforma BIM, oferece 7 (sete) benefícios, conforme a Figura 5.

Figura 5- Para os construtores, existem 7 (sete) benefícios



Fonte: SEBRAE (2014)

A Figura 6 mostra os ganhos que o BIM pode agregar ao negócio da construção civil.



Figura 6 - Ganhos que o BIM pode agregar ao negócio da construção

1. A comunicação entre os profissionais envolvidos é mais clara.	8. Os riscos diminuem.
2. Os erros de projeto reduzem expressivamente.	9. A gestão pós-obra ganha dados mais consistentes.
3. O volume de retrabalho na obra é reduzido.	10. A relação com os clientes e <i>stakeholders</i> fica mais transparente.
4. A produtividade aumenta.	11. Aumenta a segurança no ambiente de trabalho.
5. O controle sobre o cronograma é mais rigoroso.	12. Projeções de ecoeficiência ficam mais fáceis.
6. Melhora a performance das edificações.	13. Sua empresa ganha um diferencial em concorrências.
7. As estimativas de custo ficam mais precisas.	14. Os litígios e as reclamações têm base mais sólida.

Fonte: SEBRAE (2014)

Na Figura 7 relata algumas fontes de riscos e como o BIM soluciona.

Figura 7 - Algumas fontes de riscos e como o BIM soluciona

Fontes de risco	Soluções BIM
Estimativas iniciais imprecisas que acarretam em péssima tomada de decisão.	Maior certeza de custos no início do processo.
Aumento de custos decorrentes da falta de comunicação e retrabalho para assuntos de projetos resolvidos no canteiro.	Melhoria na comunicação na coordenação e escopo do projeto, antes de começar a construir.
Custos ocultos para explicar as pressuposições e incógnitas de projeto.	Reduz incertezas ao fornecer mais informações de projeto.

Fonte: SEBRAE (2014)

A implementação do BIM demanda planejamento, treinamento e recursos, e assim, como na introdução de uma nova tecnologia, existem barreiras à sua implementação, sendo elas de origem cultural, financeira e tecnológica (PAIVA, 2016).

As principais barreiras documentadas na literatura podem ser categorizadas conforme o Quadro 5 (LIU, 2015).

Quadro 5 - Barreiras de implementação de BIM

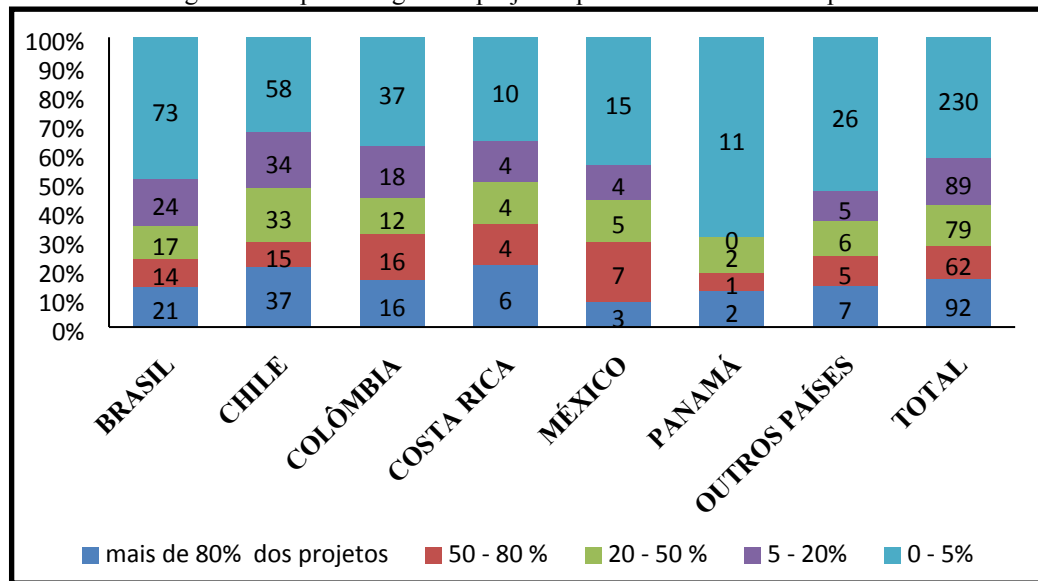
Categoria	Ítem	Literatura
Falta de padronização nacional	Padronização nacional incompleta	Bernstein & Pittman, 2004; Thomson & Miner, 2006; Björk & Laakso, 2010; Azhar, 2011; Aibinu & Venkatesh, 2014; Alreshidi et al., 2014
	Falta de compartilhamento de informações BIM	
Alto custo de implementação	Alto custo inicial de software	Allen Consulting Group, 2010; Thomson & Miner, 2010; Azhar, 2011; Ganah & John, 2014
	Alto custo do processo de implementação	
Falta de profissionais capacitados	Falta de profissionais	Smith & Tardif, 2009; Allen Consulting Group, 2010; Sharag-Eldin & Nawari, 2010; Becerik-Gerber et al., 2011; NATSPEC, 2013 ; Wu & Issa, 2014
	Alto custo de treinamento e educação	
Problemas organizacionais	Problemas de processos	Arayici et al., 2011; Won et al., 2013; Aibinu & Venkatesh, 2014; Demian & Walters, 2014
	Curva de aprendizado	
	Falta de interesse por funcionários mais antigos/experientes	
Problemas legais	Responsabilidade contratual	Thomson & Miner, 2006; Chynoweth et al., 2007; Azhar, 2011; Udom, 2012
	Problemas de licenciamento	

Fonte: LIU (2015)

## 2.4 Panorama BIM pelo Brasil e no Mundo

Em trabalho divulgado no site do SINDUSCON (Panorama BIM pelo Brasil e no Mundo), feito em países da América do Sul e Central no qual se analisam qual a percentagem de utilização do BIM em projetos desenvolvidos, foram levantados diversos empreendimentos em cada país, a saber: Brasil (149), Chile (177), Colômbia (99), Costa Rica (28), México (34), Panamá (16) e Outros países (49). Constatou-se que a maioria das empresas Brasileiras pesquisadas utiliza pouco o BIM em seus projetos e nos países restantes, seu nível também é baixo. Já o Chile é um país que mais utiliza o BIM em seus projetos e proporcionalmente aos empreendimentos pesquisados, é o país que está mais avançado na adoção do sistema, uma vez que 37 deles utilizaram o BIM em mais do que 80% dos projetos, como ilustrado na Figura 8.

Figura 8 - A porcentagem de projetos que incluem o BIM nos países

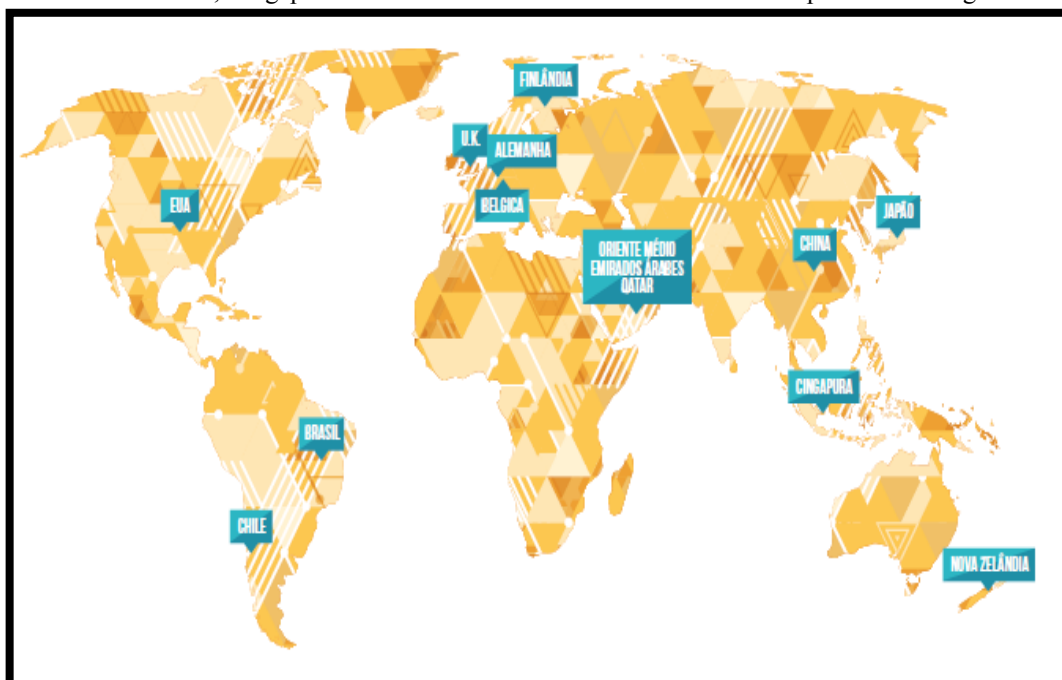


Fonte: Sinduscon (2017), adaptado pelo Autor.

Em países onde a adoção BIM já é mais madura e abrangente, uma pesquisa realizada em 2013 pela Mc-Graw Hill Constructions, onde se destacam os principais benefícios percebidos pelas empresas são: a melhoria no mercado, a evidência concreta de liderança e a inovações.

A Figura 9 mostra os principais países onde a plataforma BIM é mais evidente e notável na sua aplicação.

Figura 9 - Reino Unido, Cingapura e Chile tiveram o BIM definido como uma política estratégica Nacional



Fonte: GUIAS BIM (2016)

A respeito do BIM nos países abaixo:

- **Reino Unido** – (KASSEM; AMORIM, 2015) explicam que o Governo do Reino Unido espera que, até 2025, a indústria da construção esteja profundamente integrada na economia digital, atingindo o nível 3(três) de desenvolvimento em BIM, nesse sentido, espera-se que imensos benefícios sejam obtidos pela capacidade de compartilhamento de dados em toda a cadeia de fornecimento da construção;
- **Holanda** – (KASSEM; AMORIM, 2015) destacam que não foi possível encontrar informações oficiais sobre a taxa de adesão do BIM no país. Contudo, os autores acreditam que esta deve ser significativa, pois, na Holanda, há predomínio de contratos feitos a partir de parcerias público-privadas e o BIM é obrigatório para o desenvolvimento de projetos nestas parcerias;
- **Finlândia** – um dos países mais importantes no desenvolvimento da tecnologia BIM no mundo, trabalha com o conceito desde os anos 80. Segundo (WONG; NADEEM, 2013), a Finlândia desenvolveu diversos manuais de BIM com ajuda de um projeto de pesquisa com colaboração público-privada. O país busca desenvolver as legislações de políticas de desenvolvimento do BIM para os próximos anos;
- **Singapura** - Segundo Silva (2015), o município sofreu com grandes entraves relacionados à falta de demandas de projeto em BIM, ao contexto de projetistas presos ao desenho em duas dimensões, à escassez de profissionais qualificados a operar desenhos parametrizados e à carência de recursos adicionais para o desenvolvimento e capacitação. O objetivo da construtora (BCA) é obter 80% dos projetos em BIM até 2015;
- **França** – Segundo (KASSEM; AMORIM, 2015) Apesar de não ser obrigatório o uso do BIM na França, o nível de adoção no país é considerado alto pelos profissionais da indústria da construção civil;
- **Noruega** - Segundo (KASSEM; AMORIM, 2015), sobre os níveis de adoção do BIM, não foi possível encontrar pesquisas recentes. Uma pesquisa, sobre o significado do *OpenBIM*, aponta para uma elevada taxa de adesão em *OpenBIM* pelo o mercado imobiliário e para uma grande compreensão dos benefícios do BIM.



A pesquisa desenvolvida por (KASSEM; AMORIM, 2015) aponta que o Brasil se encontra no estágio inicial de seis dos oito requisitos componentes da política BIM, o que já é um grande avanço. A Rússia se destaca mais em todos os requisitos da política BIM por ser um país bem desenvolvido, com uma estrutura completamente diferente dos demais países e, em segundo lugar, se destaca a Noruega como mostra o Quadro 6.

Quadro 6 - Os indicadores dos componentes da política do BIM no contexto Internacional

		PAÍS						
		RU	FR	HO	FI	NO	BR	
Componentes da política do BIM	Estratégia, visão e marco							NÃO EXISTENTE
	Padrões, protocolos e guias							
	Motivadores e promotores							INICIADO
	Resultados padronizados							
	Marco regulatório							DESENVOLVIMENTO EM ANDAMENTO
	Medidas e otimização							
	Educação e aprendizado							
	Infraestrutura de tecnologia*							BEM DESENVOLVIDO

Fonte: KASSEM ; AMORIM (2015)

O Governo Federal tem a intenção de tornar o BIM obrigatório, de forma gradual, em projetos. O Quadro 7 mostra a abordagem em estágios para quatro dimensões: prazo de exigência, valor do projeto, fase do projeto e tipo de projetos.

Quadro 7- Proposta de métodos para a consolidação do BIM no Brasil

	ANO	
	2016	2018
Tipo e tamanho de ativo	Projetos de moradia, escolas e hospitais financiados pelo Governo Federal com valor maior que R\$ 3 milhões.	Todos os projetos financiados pelo Governo Federal com valor maior que R\$ 3 milhões.
Fase do projeto	Da concepção à construção.	Da concepção à operação
Estágio de uso do BIM	Colaboração BIM baseada em arquivo compartilhado.*	Colaboração BIM baseada em arquivo compartilhado.
Tipo de projeto	Novas construções	Novas construções e renovações

Fonte: KASSEM ; AMORIM (2015)

Em trabalho divulgado no site da Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento (ABRAVA) as iniciativas e medidas Governamentais a respeito do BIM no Brasil são:

- Implantar a biblioteca de componentes da construção civil, disponibilizando-a em portal da internet com acesso público e gratuito;
- Implantar a tecnologia BIM no sistema de obras do Exército;
- Desenvolvimento de plataforma web para criação, gestão e distribuição de componentes BIM;
- Elaboração e aprovação de Legislação e Portarias BIM;
- Criação do Comitê Estratégico BIM para garantir o elo da cadeia produtiva.

Formado por representantes do governo, da indústria, do ensino e pesquisa.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1 Descrição de pesquisa**

A pesquisa inicia com a revisão bibliográfica, que relata todas as análises necessárias para o desenvolvimento do trabalho, buscando seus objetivos. A estratégia de pesquisa adotada foi a pesquisa bibliográfica, o levantamento de campo, por amostragem, com a aplicação de ferramentas necessárias à pesquisa e entrevistas com as empresas que já trabalham ou não com a ferramenta BIM, na cidade de Aracaju/Sergipe.

Com base no levantamento de campo, a investigação foi conduzida para identificar a empresa de projetos que já implantaram, ou estão implantando, estas novas tecnologias (*softwares* BIM), na cidade escolhida.

Para complementar o estudo, foram feitas visitas às empresas de construção civil na cidade de Aracaju e que já trabalham ou não com a plataforma BIM, a fim de avaliar a extensão dos recursos desses *softwares* e os incrementos que podem trazer no desenvolvimento dos empreendimentos nos quais foram utilizados.

Durante os meses de novembro e dezembro de 2017, janeiro e o restante do mês de fevereiro de 2018 foi feito um levantamento de uma pesquisa de opinião nas empresas de construção civil na cidade de Aracaju a respeito do BIM.

#### **3.2 Ferramentas de pesquisa**

Foram adotadas duas etapas de pesquisa sobre o BIM. Uma delas é a pesquisa bibliográfica pelo autor Maciel (2014) complementada pela análise do uso do BIM nas empresas construtoras localizada na cidade de Aracaju e a comparação dos seus resultados com a pesquisa.

Na segunda etapa, foi repassado um questionário aos projetistas, das empresas incorporadoras ou construtoras na cidade de Aracaju. Neste caso, grande parte das questões foram respondidas, o que facilitou a análise dos dados.

O questionário (Apêndice A) foi dividido em partes para caracterizar a participação no mercado local. No início, o mesmo destaca as informações sobre área de atuação da empresa, suas equipes de trabalho e sua média de tempo para desenvolver diferentes tipos de projeto. No meio, destaca as questões referentes à plataforma BIM no contexto de projeto, as

dificuldades encontradas para a implantação da tecnologia e se há previsão de sua implantação na empresa. Ainda nesta parte, questiona se a empresa participa de alguma ação relacionada ao BIM, como trabalha a compatibilização de projetos e o emprego do BIM pelos outros projetistas.

No final do questionário, foi solicitado aos entrevistados que estabeleçam uma nota de zero a dez, em relação a sua percepção, quanto à frequência com que ocorrem as seguintes situações em relação às duas perguntas, considerando as notas mais próximas de zero como poucos eventos e as mais próximas de dez, como mais eventos: a – O projeto retorna da obra para correção; e b- Autor do projeto vai à obra para resolver problemas. Com base nestas perguntas relaciona as possíveis perdas no fluxo na elaboração do projeto.

Nesta etapa, foram entrevistadas 10 (dez) empresas da construção civil na cidade de Aracaju/Sergipe e os profissionais entrevistados foram Arquitetos, Gestores Técnicos e Engenheiros Civis. As entrevistas se encerraram no mês de janeiro de 2018 (Apêndice A).

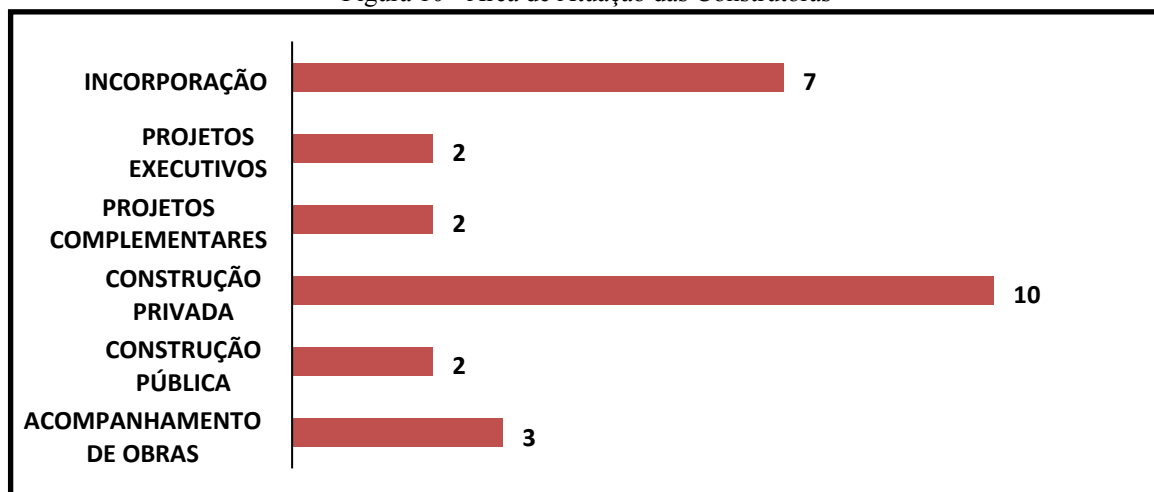
## 4. RESULTADOS

### 4.1 Empresas de Construção Civil

O questionário do (Apêndice A) foi repassado para 10(dez) empresas de construção civil localizadas na cidade de Aracaju. É importante destacar que, das dez empresas construtoras pesquisadas, duas atuam também em outro Estado. Com base no levantamento dos questionários, foi possível destacar o panorama atual na utilização do BIM, conforme será visto a seguir.

De acordo com as respostas, a grande maioria trabalha com incorporação e construção, enquanto que apenas duas informaram atuar somente com construção. Todos os entrevistados informaram que trabalham com construção privada e apenas duas delas trabalham com construção pública. As empresas **A** e **F** atuam essencialmente só com construções privadas. Apenas duas empresas informaram trabalhar com projetos executivos e projetos complementares, conforme a Figura 10.

Figura 10 - Área de Atuação das Construtoras

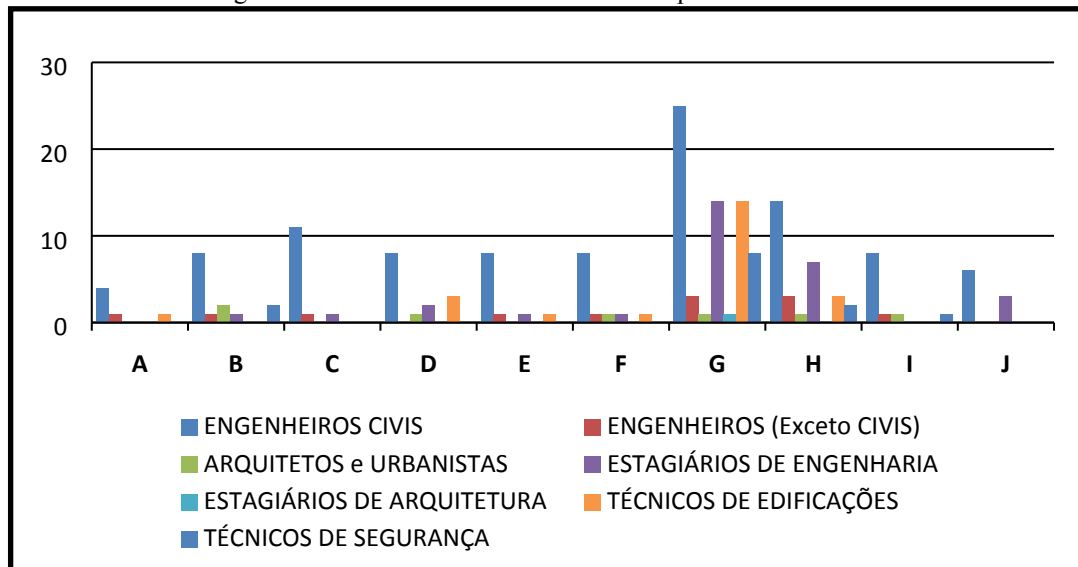


Fonte: Gráfico elaborado pelo Autor.

Continuando as questões sobre a estrutura das equipes que trabalham nos escritórios das empresas pesquisadas. As empresas **G** e **H** apresentam uma quantidade maior de Engenheiros Cíveis em relação às outras empresas, por serem empresas incorporadoras de grande porte na cidade de Aracaju como se pode notar na Figura 11, estas atuam em diversas áreas da construção civil, incorporando um número maior de profissionais. Nas empresas **A** e **I**, o índice de estagiários de engenharia é zero. A quantidade de estagiários de Arquitetura é

muito baixa, sendo que das 10 (dez) empresas pesquisadas apenas a **G** conta com um estagiário desta área no escritório.

Figura 11 - Estrutura dos escritórios das empresas construtoras

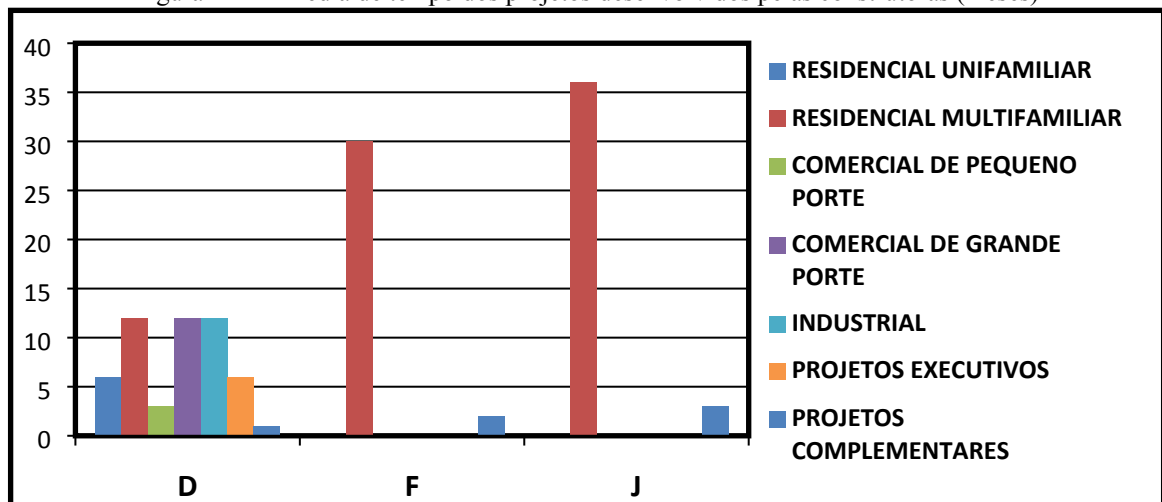


Fonte: Gráfico elaborado pelo Autor.

A empresa **J** foi a que informou levar o maior tempo para desenvolver um projeto. O motivo considerado foi o tempo despendido em cada escritório para a entrega final ao cliente.

Alguns dos entrevistados não responderam (empresas **A**, **B**, **C**, **E**, **G**, **H** e **I**) à questão, porque essas empresas não desenvolvem projetos internamente e sim contratam uma empresa especializada. Em todo o caso, podemos observar uma diferença de tempo de 6 (seis) meses entre as empresas **J** e **F**. Já a empresa **D** é a que mais se destaca em todos os projetos desenvolvidos na Figura 12.

Figura 12 - A média de tempo dos projetos desenvolvidos pelas construtoras (meses)

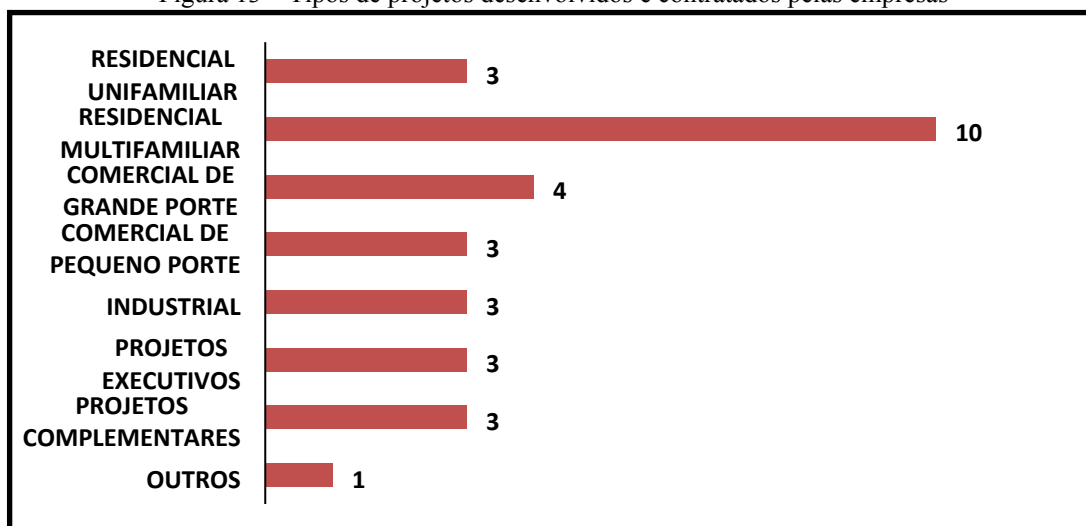


Fonte: Gráfico elaborado pelo Autor.

Nas perguntas sobre os tipos de projetos desenvolvidos pela sua empresa, cabe destacar que a maioria das empresas entrevistadas trabalha com projetos contratados e não os desenvolvem internamente. Todas as empresas pesquisadas trabalham com projeto residencial multifamiliar. As empresas **D**, **F** e **J** desenvolvem internamente seus projetos, duas delas são atuantes incorporadoras e a outra atua só no ramo da construção privada.

A Figura13 destaca os tipos de projetos desenvolvidos e contratados das 10 (dez) empresas pesquisadas. O que mais se destaca no ramo da construção no mercado local são os projetos residenciais multifamiliares. Outro destaque são as 3(três) empresas que se dedicam aos mesmos tipos de projetos (residencial familiar, comercial pequeno porte, industrial, executivos e complementares).

Figura 13 – Tipos de projetos desenvolvidos e contratados pelas empresas



Fonte: Gráfico elaborado pelo Autor.

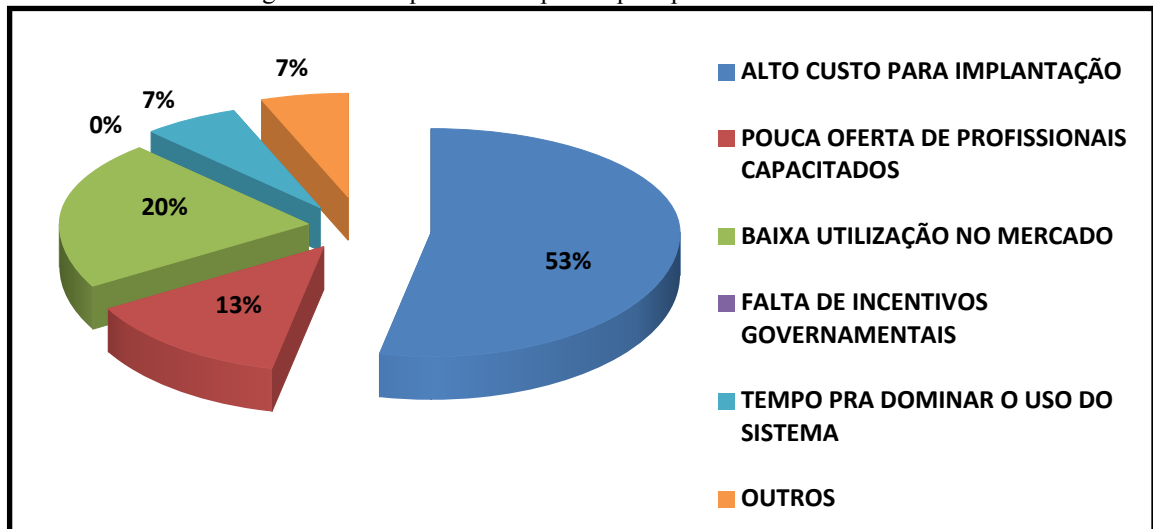
Na segunda parte do questionário, após o item referente à elaboração dos projetos desenvolvidos e/ou contratados pelas empresas, questiona-se se a pessoa entrevistada conhece o BIM. Neste item, todas as empresas responderam e confirmaram que conhecem esta tecnologia. Outra pergunta relacionada ao BIM refere-se à utilização do mesmo na sua empresa, onde todas as empresas responderam que não o utilizam.

A pergunta seguinte versava sobre porque a empresa optou por não utilizar o BIM e suas dificuldades para a implantação, na Figura 14. Como se tratava de uma pergunta com opções, as respostas foram variadas, mais de 53% delas citava o alto custo para implantação de *softwares*. Também merece destaque que 20% dos entrevistados considerou a baixa utilização no mercado local e em terceiro lugar se destacou, com 13%, a pouca oferta de profissionais capacitados e qualificados para trabalhar com os *softwares* (BIM). Já as demais

situações são iguais nas porcentagens com 7% (tempos para dominar o uso do sistema e outros).

Apenas uma empresa atuante no mercado local (empresa **B**), que não trabalha com a tecnologia, informou que não viu necessidade na utilização do BIM devido à falta de novos empreendimentos no mercado local.

Figura 14 - Porque a sua empresa optou por não utilizar o BIM?



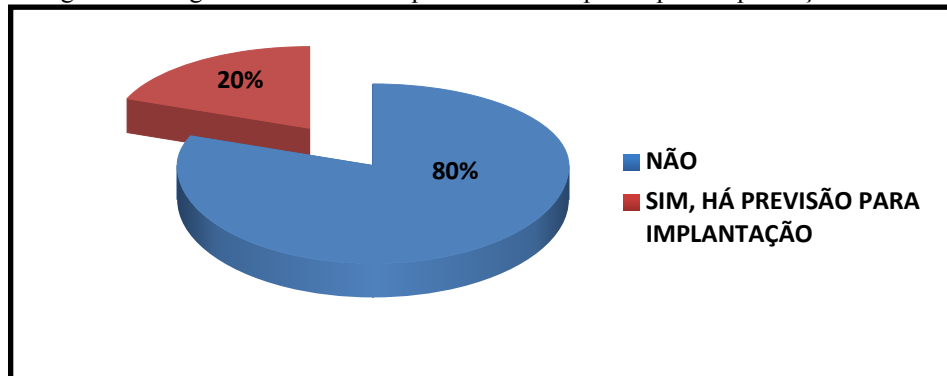
Fonte: Gráfico elaborado pelo Autor.

O alto custo de implantação, com a aquisição de *softwares* mais potentes e com o treinamento dos profissionais, ainda é um dos fatores que distancia as empresas de construção civil desta tecnologia. Como não há uma exigência pelos órgãos governamentais, nem pelos clientes, é provável que ainda demore um tempo para que esta mudança de paradigma ocorra.

Continuando a pesquisa com as empresas entrevistadas por meio de seus representantes e que ainda não trabalham com o BIM, questionou-se se há previsão para implantação na empresa. Apenas as empresas (**C** e **D**) demonstraram interesse em vir a implantar o sistema, mas em um prazo de até dois anos. Neste caso, não foram citados os *softwares* a serem adotados. Das 10(dez) empresas pesquisadas, concluímos que 20% dessas empresas pretendem implantar o sistema (BIM), já as demais empresas não têm interesse algum na implantação, portanto observa-se um saldo negativo no mercado local, conforme se observa na Figura 15.



Figura 15 - O gráfico mostra se há previsão nas empresas para implantação do BIM



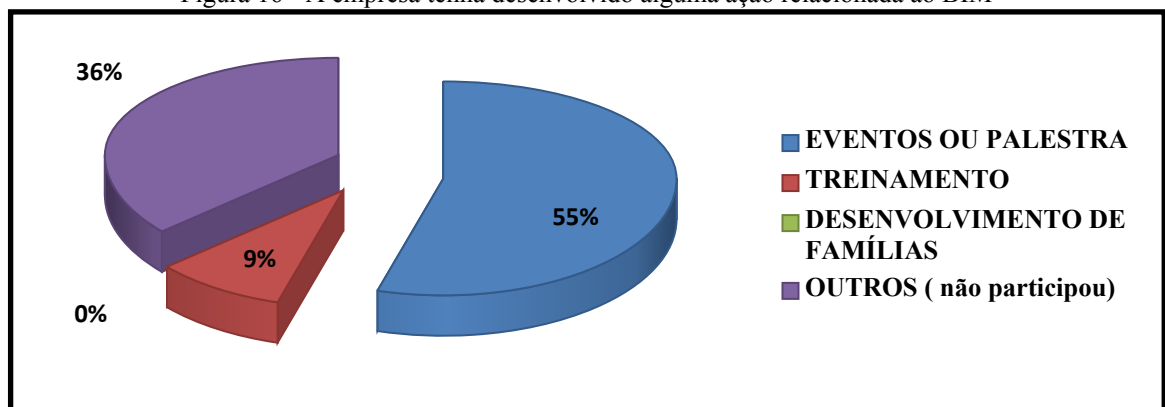
Fonte: Gráfico elaborado pelo Autor.

No questionário, surge a pergunta se a empresa tinha participado de alguma ação relacionada ao BIM. Os entrevistados sentiram um pouco de dificuldade nas opções destacadas e quatro empresas deixaram em branco as opções. Já as demais empresas marcaram as opções em que se enquadravam. Só uma empresa afirmou que participou de duas ações relacionadas ao BIM e as demais só uma ação.

No gráfico elaborado com base nos resultados na Figura 16, concluímos que mais de 55% já participaram de palestras ou eventos, 9% participaram do treinamento e 36% jamais participou de alguma ação relacionada ao BIM.

Outra pergunta do questionário foi se a empresa tinha algum grupo de estudo ou trabalho voltado ao BIM. Apenas a empresa A confirmou que sim.

Figura 16 - A empresa tenha desenvolvido alguma ação relacionada ao BIM



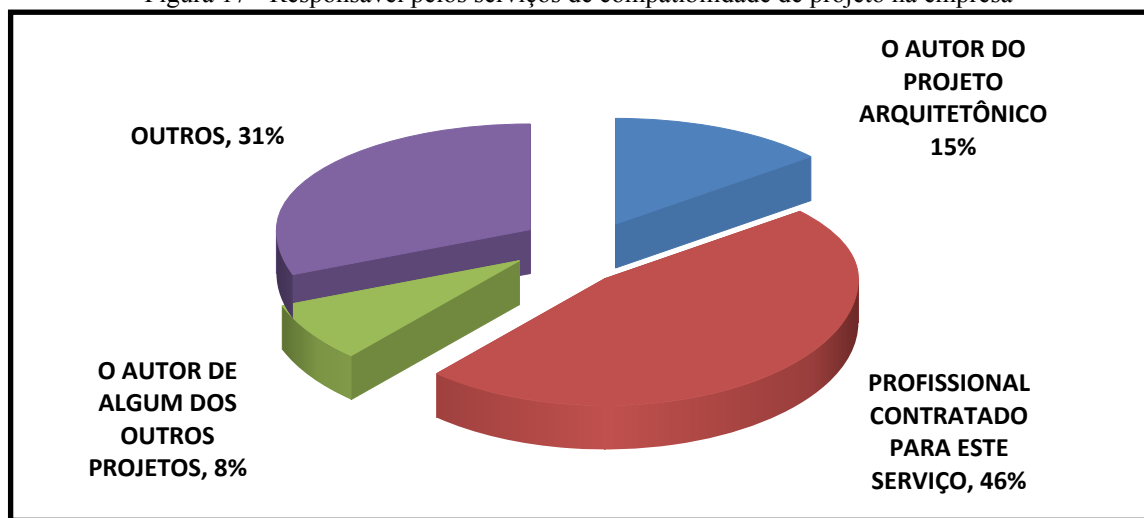
Fonte: Gráfico elaborado pelo Autor.

Também foi perguntado quais *softwares* com tecnologia (BIM) eram utilizados pela sua empresa. Neste caso, a grande maioria das empresas pesquisadas informou que não utiliza os *softwares* BIM, é sim os *softwares* AutoCAD, pacote *Office*, *Totus*, *Sadp* e outros.

Na sequência do questionário, foi perguntado como é feita a compatibilização dos projetos arquitetônicos com os projetos complementares. Neste caso, a grande maioria das empresas pesquisadas informou que não fazem a compatibilização dos projetos arquitetônicos com projetos complementares, apenas três disseram que fazem. Uma grande parte citou que o serviço é feito através de empresa terceirizada com esta finalidade. Uma das empresas disse que esse processo é feito no próprio AutoCAD através da sobreposição de planta, utilização de relatório, reuniões com os projetistas e não houve necessidade ainda de atualização desse processo por parte da empresa.

Na parte final do questionário, se perguntou quem são os responsáveis pelos serviços de compatibilização de projeto. Na Figura 17, concluiu-se que 46% são profissionais contratados para este serviço. Já 15% afirmam que é o próprio autor do projeto arquitetônico e 31% confirmam que os responsáveis são o coordenador de projeto, o setor de projetos e o gerente de projeto da própria construtora.

Figura 17 - Responsável pelos serviços de compatibilidade de projeto na empresa



Fonte: Gráfico elaborado pelo Autor.

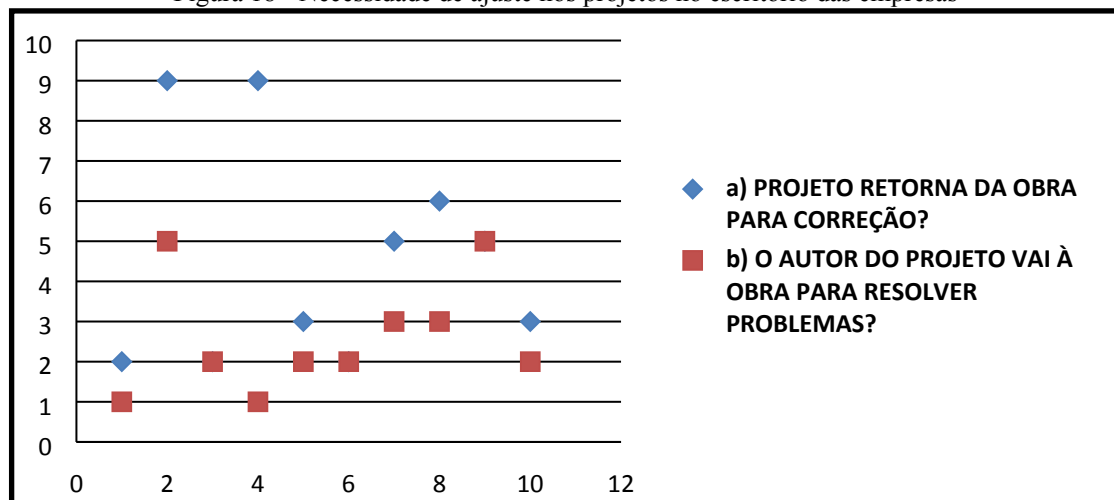
Finalizando o questionário, aparecem duas perguntas nas quais os entrevistados deveriam dar notas de zero a dez. Nestas perguntas, os entrevistados deram uma nota referente à percepção deles nas seguintes questões (a) com que frequência o projeto retorna da obra para correção e (b) com que frequência o autor do projeto vai à obra para resolver problemas. Todas as empresas responderam a estas perguntas, então a média encontrada, se refere às dez empresas respondentes.

No caso da pergunta (a), a média das notas atribuídas pelas empresas foi de 4,6 pontos; na pergunta (b), a média foi de 2,6 pontos. De acordo com a Figura 18, as notas da

pergunta (a) variaram entre 2 e 9 pontos e a da pergunta (b) ficaram no intervalo entre 1 e 5 pontos.

Das dez empresas pesquisadas, as empresas (**B** e **D**) foram as que mais tiveram problemas de correção de projetos da obra para o escritório com 9 pontos. Com menos eventos ficaram as empresas (**A**, **C** e **F**) com 2 pontos. Na parte que se refere o autor vai à obra para resolver problemas, destacaram-se com mais eventos (**B** e **I**) com 5 pontos e, com menos eventos, ficaram as empresas (**A** e **D**) com 1 ponto.

Figura 18 - Necessidade de ajuste nos projetos no escritório das empresas



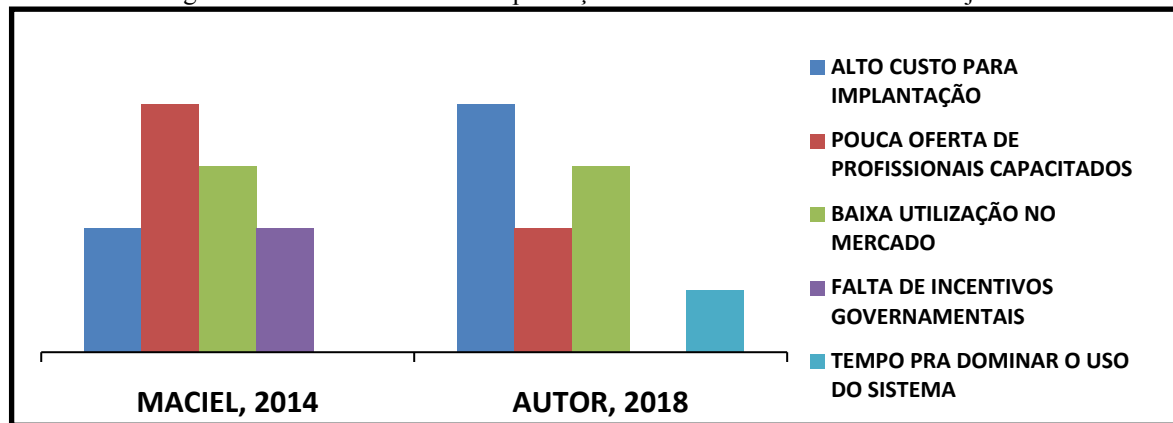
Fonte: Gráfico elaborado pelo Autor.

## 4.2 Comparação dos Resultados

No trabalho de pesquisa de (MACIEL, 2014), define que todas as 11 empresas (construtoras ou incorporadoras) pesquisadas, conhecem o BIM e não utilizar em seus projetos, esta pesquisa continua em 2018 sem a adoção dos *softwares* (BIM) por parte das empresas construtoras na cidade de Aracaju/SE.

Nas empresas analisadas (construtoras ou incorporadoras) no ano de 2014, só uma empresa tem previsão para implantação no prazo de 3 anos e em 2018 apenas duas empresas pretendem implantar com previsão para 2 anos. Portanto, ficou claro que existem várias dificuldades na sua implantação. No ano 2014, o que mais se destacou nas pesquisas foi a pouca oferta de profissionais capacitados e a baixa utilização no mercado. Já em 2018, foi dada mais importância aos altos custos para implantação e em seguida a baixa utilização no mercado como mostra na Figura 19.

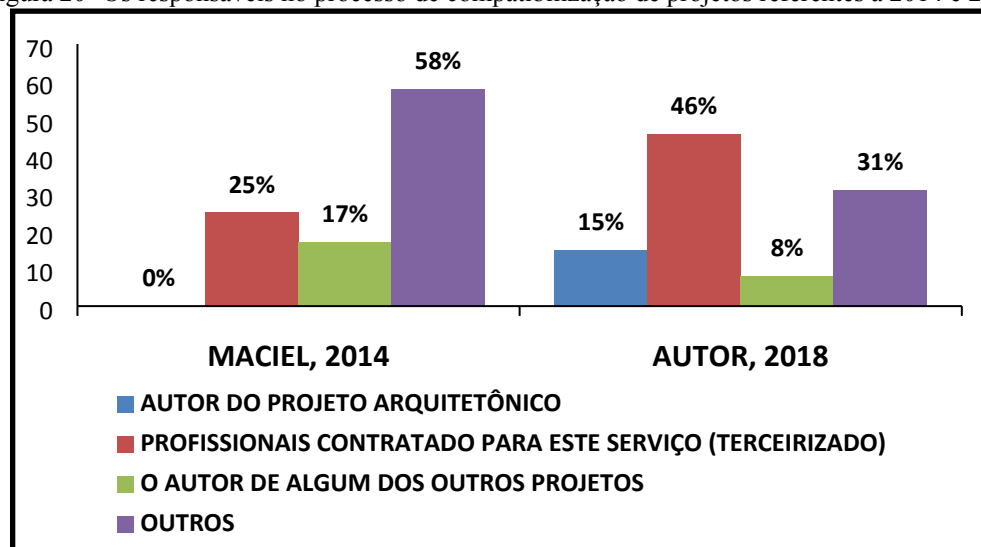
Figura 19- As dificuldades na implantação sobre o BIM na cidade de Aracaju/SE



Fonte: Gráfico elaborado pelo Autor.

Na parte dos responsáveis pelo processo de compatibilização de projetos, segundo (Maciel, 2014), as empresas construtoras confirmaram com 25% os responsáveis são profissionais contratados para este serviço (empresa terceirizada) e a maior votação com 58% outros (Setor de projetos, Gerente de projetos e Coordenação de projetos). Já em 2018, esse processo continua com a responsabilidade para as empresas terceirizadas com 46%, mais escolhidas na maioria das empresas construtoras, como se pode observar na Figura 20.

Figura 20- Os responsáveis no processo de compatibilização de projetos referentes a 2014 e 2018



Fonte: Gráfico elaborado pelo Autor.

Nas empresas que não contratavam empresas terceirizadas o processo era feito no AutoCAD, através da sobreposição de projetos com a utilização de relatório, reuniões com seus projetistas no ano de 2014. Até hoje esta metodologia continua com poucas empresas construtoras na cidade de Aracaju, devido à falta de ferramentas modernas e à falta de novos empreendimentos no mercado local.

## 5. CONCLUSÃO

O objetivo principal deste trabalho foi avaliar a adoção do BIM como ferramenta para projeto, planejamento e gerenciamento de empreendimentos por empresas de construção na cidade de Aracaju/Sergipe. Durante a pesquisa, foi constatado: Que a fim de que o BIM seja efetivamente implementado e largamente utilizado é necessário que as empresas invistam em *softwares* e no treinamento dos funcionários.

A partir da revisão bibliográfica, pesquisas documentadas (do Brasil e no Mundo) e das entrevistas feitas na cidade de Aracaju, ficou claro que existe ganho de produtividade, com a redução de erros, melhoria de qualidade nos projetos desenvolvidos, controle mais rigoroso sobre o cronograma, redução do retrabalho da obra e diminuição de riscos com o uso do BIM.

A utilização da ferramenta BIM exige uma maior interação com os demais atores envolvidos no desenvolvimento dos diferentes projetos que fazem parte da edificação, porém no momento, o mesmo ainda não foi adotado nas empresas (construtoras e incorporadoras).

Nas empresas analisadas (incorporadoras e construtoras), os grandes problemas considerados estão nos altos custos para implantação e na baixa utilização no mercado local, que serviu como argumento para as empresas não investirem. Outro problema a se destacar é a pouca oferta de profissionais capacitados para trabalhar com o BIM, e investir em treinamento pode levar muito tempo para gerar algum retorno para as empresas.

Apenas 20% das empresas locais de projetos pretendem investir na tecnologia BIM, mas com previsão estimada para dois anos, mas ainda insuficiente para uma cidade do porte de Aracaju.

Como sugestão para incentivar a adoção do BIM na cidade Aracaju, está a criação de incentivos governamentais. Já são encontradas no Brasil algumas experiências de uso avançado, que vêm crescendo na maior parte do país.

Com o tempo, as empresas de construção civil perceberão que é necessária uma ampla adoção do sistema BIM, tanto na preparação de seus projetos, como na execução das obras, devido à demanda por parte dos clientes, prestação de serviços de terceiros e fornecedores

O Governo Federal já está se mobilizando para estimular a adoção do BIM no Brasil, através da criação do Comitê Estratégico do Implementação de *Building Information*

*Modelling*, o que pode incentivar sua adoção pelo mercado Brasileiro, aumentando a competitividade entre as empresas.

Como recomendação para trabalhos futuros, pode-se destacar:

- Avaliar a evolução na adoção dos *softwares* BIM pelas empresas que atuam no mercado local, considerando se houve avanço a cada quatro anos;
- Estudar os cursos de educação superior do Brasil, avaliando se a próxima geração de engenheiros, arquitetos e técnicos da construção encontrarão o BIM como uma disciplina na sua formação;
- Verificar se houve algum incentivo governamental para estimular a adoção do BIM pelas empresas que atuam no Estado de Sergipe.

## REFERÊNCIAS

ALGAYER, Thiago Albuquerque. **Compatibilização de projetos na construção civil**: um estudo do panorama atual e das interferências entre os principais tipos de projeto. Monografia de conclusão de curso em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina: Florianópolis, 2014.

ALMEIDA, E. C. de O. **Termo de referência para projetos de edificações públicas**: Inserção de princípios de sustentabilidade e de projeto Simultâneo. 2013, 196p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2013.

ARIANA, Naiara N. C. Silveira "O papel do BIM para a qualidade do projeto: Avaliação da técnica em escritório de arquitetura", 2013. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG.

ARAÚJO, A. N. D. de. BIM (Building Information Modelling). **Projeto Acg, Arquitetura e computação gráfica**. Disponível em: <<http://www.projetoacg.com/index.php/servicos/bim/>>. Acesso em: 13/11/2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE REFRIGERAÇÃO, AR-CONDICIONADOR, VENTILAÇÃO E AQUECIMENTO (ABRAVA). As iniciativas do Governo Federal para Implantação do BIM no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE EMPRESAS PROJETISTAS E CONSTRUTORES DA ABRAVA, XIV, 2014, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, 2014, 33p.

ÀVILA, V. M. **Compatibilização de projetos na construção civil**: Estudo de caso em um edifício residencial multifamiliar. 2011, 84p. Monografia (Especialista em Construção Civil) - Curso de 87 Especializações em Construção Civil da Escola de Engenharia. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

AYRES FILHO, C. **Acesso ao modelo integrado do edifício**. 2009, 254 f. Dissertação. Programa de Pós-graduação em Construção Civil do Setor de Tecnologia. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

CALVERT, N. **Why we care about BIM**. 2013. Disponível em: <<http://spatialiq.co.nz/index.php/uncategorized/why-we-care-about-bim/>>. Acesso em: 01 nov. 2017.

CRESPO, C. C.; RUSCHEL, R. C.; Ferramentas: um desafio para a melhoria no ciclo de vida do projeto. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 3., 2007., Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre: TIC, 2007.

CHECCUCCI, E. de S.; PEREIRA, A. P. C.; AMORIM, A. L. de. Modelagem da Informação da Construção (BIM) no Ensino de Arquitetura. In: CONGRESSO DE I A SOCIEDADE IBERO AMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL: KNOWLEDGE-BASED DESIGN – BLUCHER DESIGN PROCEEDINGS, 17., 2014, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SIGRADI 2014 - Blucher, 2014. p. 307-311.

CHECCUCCI, E. S.; PEREIRA, A. P. C.; AMORIM, A. L. Uma visão da difusão e apropriação do paradigma BIM no BRASIL – **TIC 2011**. Gestão e Tecnologia de Projetos, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 19-39, jan.-jun. 2013.

DELATORRE, J. P. M.; SANTOS, E. T. Introdução de novas tecnologias: o caso do BIM em empresas de construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15. 2014, Maceió, AL. **Anais...** Maceió: ENTAC, 2014. p2842-2851.

FABRICIO, M. M.; MELHADO, S. B. Por um processo de projeto simultâneo. In: WORKSHOP NACIONAL GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre, RS. 2002. 5p.

FORGIARINI, Amanda Balem. **Vantagem da compatibilização de projetos na engenharia civil aliada ao uso da metodologia BIM**. Universidade Federal de Santa Maria - Santa Maria, RS, 2015.

FORMOSO, C. T. et al. As perdas na construção civil: conceitos, classificações e seu papel na melhoria do setor. Brasil – Porto Alegre, RS. 1997. **Egatea: Revista da Escola de Engenharia**, semestral v. 25, n. 3, pp.

FRANCO, Luiz Sérgio; AGOPYAN, Vahan. **Implementação da Racionalização Construtiva na Fase de Projeto**. São Paulo: Escola Politécnica / USP, 1993.

GIACOMELLI, Wiliana. Compatibilização de projetos – estudo de caso. **Revista Especialize On-Line IPOG**, 8ª ed, nº 9, vol. 01/2014. Goiânia, 2014.

GRAZIANO, F. P. **Compatibilização de Projetos**. Instituto de Pesquisa Tecnológica – IPT (Mestrado Profissionalizante), São Paulo, 2003.

GUIAS BIM: Fundamentos BIM - Parte 1: Implantação do BIM para construtoras e incorporadoras / **Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC**. Brasília, 2016.

HAMMARLUND, Y; JOSEPHSON, Per-Erik. Qualidade: cada erro tem seu preço. Trad. de Vera M. C. Fernandes Hachich. **Téchne**, n.1, nov/dez, 1992.

HIPPERT, Maria Aparecida Steinherz; ARAÚJO, Thiago Thielmann. **Análise e representação em contextos diversos: projeto, técnica e gestão do ambiente construído**. A contribuição do BIM para a representação do ambiente construído – UFJF, 2009.

KAMARDEEN, I. 8D BIM modelling tool for accident prevention through design. In: EGBU, ARCOM Conference, 26., 2010, Leeds, UK. **Proceedings...** Leeds: Association of Researchers in Construction Management, 2010. p281-289. Disponível em: <[http://www.arcom.ac.uk/-docs/proceedings/ar2010-0281-0289\\_Kamardeen.pdf](http://www.arcom.ac.uk/-docs/proceedings/ar2010-0281-0289_Kamardeen.pdf)>. Acesso em: 02 nov. 2017.

KASSEM, Mohamad ; AMORIM, Sergio R. Leusin. Building Information Modelling no Brasil e na União Européia. **Ministério do desenvolvimento, indústria e comércio exterior (MDIC)**. Brasília, 2015.



LIU, Shijing et al. Critical Barriers to BIM Implementation in the AEC Industry. **International Journal of Marketing Studies**, v. 7, n. 6, p. 162, 2015.

MACIEL, Marcelo Augusto Costa. **Dificuldades para a implantação de softwares integradores de projeto (BIM) por usuários da cidade de Aracaju – Sergipe**. 2014, 99p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2014.

MANZIONE, L. **Proposição de uma Estrutura Conceitual de Gestão do Processo de Projeto Colaborativo com o uso do BIM**. 2013, 311 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Área de concentração: Engenharia de Construção Civil. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MASOTTI, L. F. C. **Análise da Implementação e do Impacto Do BIM no Brasil**. 2014, 79p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

MATTOS, Aldo Dórea. Engenharia de Custos: Bim 3D, 4D, 5D e 6D. **Blogs PINI web**. Disponível em: <<http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/bim-3d-4d-5d-e-6d-335300-1.aspx>>. Acesso em: 18 nov. 2017.

MIKALDO JR, J. **Estudo comparativo do processo de compatibilização de projetos em 2d e 3d com uso de TI**. 2006, 150p. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Setor Tecnologia. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006. Disponível em: <<http://www.ppgcc.ufpr.br/dissertacoes/d0073.PDF>>. Acesso em: 12 out. 2017.

NASCIMENTO, Luiz Antonio; SANTOS, Eduardo Toledo. A Contribuição da Tecnologia da Informação ao Processo de Projeto na Construção Civil. In: Workshop Nacional - Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 2001, São Carlos. **Anais do Workshop Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios**. São Carlos, 2001.

NOVAES, Celso Carlos. **Ações para controle e garantia da qualidade de projetos na construção de edifícios**. I Workshop Nacional de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifício. São Carlos, 1998.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, Edson de Jesus. **Compatibilização de projetos na construção de um edifício público usando a tecnologia BIM: Estudo de caso**. 2015, 99p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2015.

PAIVA, Daniel Capistrano Sarinho. **Uso do BIM para compatibilização de projetos: Barreiras e oportunidades em uma empresa construtora / Universidade Federal do Rio Grande do Norte**, Natal, 2016.

PERALTA, A. P. C. **Um modelo do processo de projeto de edificações, baseado na engenharia simultânea, em empresas construtoras e incorporadoras de pequeno porte**.

2002, 143p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

PEREIRA, A. P. C. **Adoção do paradigma BIM em escritórios de arquitetura em Salvador**. 2013. 201 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura. Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

RICCI, Mayara Rohenkohl. **Sistema Toyota de Produção: um estudo na linha de produção em uma indústria de confecção de ternos**. 2013. 80 p. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2013.

RODRÍGUEZ, Marco Antonio Arancibia. **Coordenação Técnica de projetos: caracterização e subsídios para sua aplicação na gestão do processo de projeto de edificações**. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.

ROMANO, F. V. **Modelo de referência para o gerenciamento do processo integrado de edificações**. 2003, 381p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

RONZANI, C. de S. **Compatibilização de projetos de edificações: um estudo comparativo projetos em 2D e 3D**. 2009, 41p. Trabalho de Conclusão de Curso (graduado em Engenharia Civil) - Obtenção do grau de Engenheiro Civil. Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, Criciúma, 2009.

ROSSO, Silvana Maria. Softwares BIM: Conheça os programas disponíveis, seu custo, principais características e segredos. **Revista AU**, v. 208, julho de 2011. 2p. Disponível em: <<http://au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/208/bim-quem-e-quem-224333-1.aspx>>. Acesso em: 8 nov. 2017.

SANTOS, C. A. **Produção Enxuta: uma proposta de método para introdução em uma empresa multinacional instalada no Brasil**. 2003, 233p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PG-MEC). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

SANTOS, D. de G. et al. Utilization of extra planning activities by Construction Companies in Sergipe, Brazil. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 20th, 2012, San Diego, California. **Proceedings...** San Diego, 2012.

SEBRAE. Inovação na construção civil: BIM. **Resposta. Técnica**. Construção Civil. 2014, 8p. Acessado em: 13 dez. 2017.

SERAPHIM, E. C.; SILVA, I. B.; AGOSTINHO, O. L. Lean Office em organizações militares de saúde: estudo de caso do Posto Médico da Guarnição Militar de Campinas. **Revista G & P - Gestão & Produção**, São Carlos, v. 17, n. 2, p. 389 - 405, out. 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-530X2010000200013&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2010000200013&lng=en&nrm=iso)>. Acessado em: 10 nov. 2017.

SILVA FILHO, W. B. da. **Compatibilização e engenharia simultânea no processo de projetos de engenharia civil**. 2013, 58p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

SILVA, Fernando Augusto de Corrêa. Artigo: As lições de Singapura: Para vencer barreiras na implementação do BIM, setor público foi quem tomou a liderança. **Revista Construção Mercado - PINI**, São Paulo, n. 171, out. 2015. Disponível em: <http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/171/artigo364801-1.aspx>. Acesso em: 06/02/2018.

SINDUSCOM. **Panorama BIM no Brasil e no Mundo**. Rogério Suzuki. Consultor BIM/4D/6D. Page 2. 02/08/2017. Acessado em: 18 fev. 2018.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SOUSA JUNIOR, Almir Mariano de; MAIA, Clivia Corina Lima Lobo; CORREIO, Prisciliane Roberta Paula de Azevedo. Compatibilização de projeto arquitetônico, estrutural e sanitário: uma abordagem teórica e estudo de caso. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas da Universidade Federal de Santa Maria – **Revista Monografias Ambientais**. V 14, n. 2, março de 2014. Santa Maria, 2014.

SOUSA JR, A. M. de; MAIA, C. C. L. L.; CORREIO, P. R. P. de A. Compatibilização de projeto arquitetônico, estrutural e sanitário: Uma abordagem teórica e estudo de caso. **Revista Monografias Ambientais – REMOA**, Rio Grande do Sul, v. 14, n. 2, p. 3236 – 3244, mar. 2014.

SOUZA, L. L. A. **Diagnóstico do uso do BIM em empresas de projeto de arquitetura** 2009. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2009.

TOBIN, J. Proto-Building: To BIM is to Build. **AECbytes** “Building the Future”, 28 maio 2008. Disponível em [http://www.aecbytes.com/buildingthefuture/2008/ProtoBuilding\\_pr.html](http://www.aecbytes.com/buildingthefuture/2008/ProtoBuilding_pr.html). Acessado em 11/11/2017.

USUDA, F. **A integração do projeto estrutural e projetos associados**. 2003, 130p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de engenharia civil. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

WONG, A. K. D; F. K. W.; NADEEM, A. **Comparative Roles of Major Stakeholdes for the Implementation of BIM in Various Countries**. Integration and Collabrations 3, Changing Roles. 2009. Disponível em: <http://www.changingroles09.nl/uploads/File/Final.KD.Wong-KW.Wong-Nadeem.pdf> (2013).

Apêndice A - Questionário sobre a utilização do BIM nas empresas de construção civil em Aracaju / Sergipe.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
QUESTIONÁRIO SOBRE A UTILIZAÇÃO DO BIM NAS EMPRESAS DE  
CONSTRUÇÃO CIVIL EM ARACAJU / SERGIPE.

EMPRESA/ESCRITÓRIO: \_\_\_\_\_

RESPONSÁVEL: \_\_\_\_\_

**ÁREAS DE ATUAÇÃO:**

- ☐ Incorporação
- ☐ Projetos Executivos
- ☐ Projetos Complementares
- ☐ Construção Privada
- ☐ Construção Pública
- ☐ Acompanhamento de Obras

**ESTRUTURA DO ESCRITÓRIO:**

TRABALHAM NA EMPRESA	QUANTOS?
Engenheiros Cíveis	
Engenheiros (Exceto) Cíveis	
Arquitetos e Urbanistas	
Estagiários de Engenharia	
Estagiários de Arquitetura	
Técnicos de Edificações	
Técnicos de Segurança	

Quais são os projetos desenvolvidos pela sua empresa?

- ☐ A. Residencial Unifamiliar
- ☐ B. Residencial Multifamiliar
- ☐ C. Comercial de Pequeno Porte
- ☐ D. Comercial de Grande Porte
- ☐ E. Industrial
- ☐ F. Projetos Executivos
- ☐ G. Projetos Complementares
- ☐ H. Outros ↓

---

Qual é a média de tempo pra ser desenvolver um projeto da questão anterior?

A. \_\_\_\_\_ B. \_\_\_\_\_ C. \_\_\_\_\_ D. \_\_\_\_\_  
 E. \_\_\_\_\_ F. \_\_\_\_\_ G. \_\_\_\_\_ H. \_\_\_\_\_

**SOBRE PLATAFORMA BIM:**

- a) Conhece o **BIM**? ( ) SIM ( ) NÃO
- b) Utiliza o **BIM** na Empresa? ( ) SIM ( ) NÃO
- c) Há quanto Tempo? \_\_\_\_\_

Porque a sua empresa optou por não utilizar o BIM?

- ☐ Alto custo para implantação
- ☐ Pouca oferta de profissionais capacitados
- ☐ Baixa utilização no mercado
- ☐ Falta de incentivos governamentais
- ☐ Tempo pra dominar o uso do sistema
- ☐ Outros ↓

---

- **CASO NAO USE:**

Há previsão para implantação na Empresa?

- ☐ Não
- ☐ Sim, quanto tempo? \_\_\_\_\_

- **CASO USE:**

Por qual motivo a sua empresa optou por utilizar o **BIM**?

- ☐ Facilita para criar/ alterar o projeto
- ☐ Permite melhora planejamento do empreendimento
- ☐ Boa aceitação no mercado
- ☐ Gera arquivos mais detalhados e com maior quantidade de informações
- ☐ Diminui o tempo de desenvolvimento do empreendimento
- ☐ Outros ↓

\_\_\_\_\_

Na empresa existe algum Grupo de Estudo ou Trabalho voltado ao **BIM**?

- ☐ SIM   ☐ NÃO

Caso sua empresa tenha participado de alguma ação relacionada ao **BIM**, marque nas opções abaixo.

- ☐ Evento ou palestra
- ☐ Treinamento
- ☐ Desenvolvimento de famílias
- ☐ Outros ↓

\_\_\_\_\_

Quais os *softwares* (BIM) utilizados pela sua empresa?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## PROCESSO DE COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETO

Como é feita a compatibilização do projeto arquitetônico com os projetos complementares?

---



---

Tem alguém responsável pelos serviços de compatibilização de projetos na empresa?

- ☐ O autor do projeto arquitetônico
- ☐ Um profissional contratado para este serviço
- ☐ O autor de algum dos outros projetos
- ☐ Outros ↓

---

Na escala de 0 a 10, onde 0 (zero) se refere a menos eventos e 10 (dez) e mais eventos, com relação à sua percepção, qual a frequência com que ocorrem as seguintes situações.

a) O projeto retorna da obra para correção?

b) O autor do projeto vai à obra para resolver problemas?

(a)	(b)
0	0
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10

SÃO CRISTÓVÃO, \_\_\_\_\_

RESPONSÁVEL PELA INFORMAÇÃO:

---